



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Industrial

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

**Propuesta de implementación de un Sistema
Automatizado de envasado y sellado de vacunas para
mejorar la productividad en una empresa estatal de
rubro farmacéutico**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Industrial

AUTOR

Evelin Tania MANCISIDOR SOLÓRZANO

ASESOR

Mg. Willy Hugo CALSINA MIRAMIRA

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Mancisidor, E. (2019). *Propuesta de implementación de un Sistema Automatizado de envasado y sellado de vacunas para mejorar la productividad en una empresa estatal de rubro farmacéutico*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



211

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACTA N°005-VDAP-FII-2019

SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **viernes 18 de enero de 2019**, a las 11:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesis:

**"PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
AUTOMATIZADO DE ENVASADO Y SELLADO DE VACUNAS PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA ESTATAL DE
RUBRO FARMACÉUTICO"**

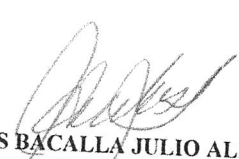
Que presenta la Bachiller:


MANCISIDOR SOLORZANO EVELIN TANIA

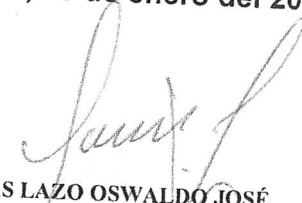
Para optar el Título Profesional de Ingeniera Industrial en la Modalidad: **Ordinaria**.

Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 12:00 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido APROBADA por UNANIMIDAD con la calificación promedio de CATORCE, lo cual se comunicó públicamente.

Ciudad Universitaria, 18 de enero del 2019


MG. SALAS BACALLA JULIO ALEJANDRO
Presidente


MG. RUIZ LIZAMA EDGAR CRUZ
Miembro


ING. ROJAS LAZO OSWALDO JOSÉ
Miembro


MG. CAISINA MIRAMIRA WILLY HUGO
Asesor

Dedico este trabajo a mis padres y hermanos, que son el principal motivo para esforzarme día a día y lograr mis metas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la fuerza de continuar desarrollándome profesionalmente, y permitir la culminación de este trabajo.

A mis padres y hermanos, por su apoyo y amor incondicional, y por motivarme siempre a conseguir mis objetivos.

Al Ing. Jorge Cruz Carrasco y al Dr. Roque Fernández Vera, por brindarme sus conocimientos para el desarrollo de este trabajo, por su apoyo, paciencia y sobre todo su amistad.

Al personal operativo de la empresa, por su colaboración y apoyo en la recolección de datos para el desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

Esta tesis describe una propuesta de mejora en el proceso de envasado y sellado de la vacuna antirrábica veterinaria en una empresa estatal de rubro farmacéutico. Esta empresa se encarga de producir manualmente diversos productos biológicos destinados para la salud pública, de consumo humano y veterinario. Con el objetivo de proporcionar un producto de buena calidad y cumplir con el requerimiento de la demanda, el cual año tras año se ha ido incrementando.

El proceso de envasado y sellado se realiza de forma manual, lo cual genera un proceso operativo lento, un alto porcentaje de productos defectuosos que deben de ser reprocesados, y a su vez genera un alto nivel de desgaste físico en los operarios ya que deben permanecer por más de 5 horas seguidas en una misma posición. Adicionalmente para llevar a cabo el proceso de envasado y sellado se requiere suspender las demás actividades del laboratorio, ya que en los días que se realiza dicho proceso se utiliza el 90% del personal, los cuales se distribuyen en el envasado, sellado y empaclado de la vacuna.

Es por ello que en esta tesis se plantea la adquisición de un sistema automatizado de envasado y sellado de vacunas, con el fin de incrementar la productividad, reducir tiempos operativos, reducir mercadería defectuosa y reducir el riesgo de contaminación cruzada debido al manipuleo constante del producto.

Para el análisis del proceso de envasado y sellado se emplean dos técnicas de estudio de la ingeniería industrial, el Estudio de Métodos y el Estudio de Tiempos que ayudan en el análisis de las operaciones y el cálculo del tiempo estándar respectivamente. Este análisis

es necesario para conocer en que operaciones o actividades del proceso de envasado y sellado, se debe mejorar, también para realizar la comparación de productividad del proceso de envasado y sellado actual con el proceso propuesto.

Se realiza la selección del sistema automatizado de envasado y sellado de vacunas, según los requerimientos y necesidades del proceso en estudio y del producto a envasar (vacuna antirrábica veterinaria), como la viscosidad del fluido, tamaño y forma de los materiales de envase (frascos, tapones y casquillos de aluminio).

En conclusión, si se implementa un sistema automatizado de envasado y sellado de vacunas propuesto en esta tesis, se mejora la productividad en 92.31%, reduce los tiempos operativos en 48.05%, y mejora la calidad del producto final en 10.62%, del proceso de envasado y sellado de la vacuna antirrábica veterinaria.

Palabras clave: Envasado, sellado, productividad, tiempos operativos, contaminación cruzada, mercadería defectuosa, sistema automatizado, estudio de métodos, estudio de tiempos, tiempo estándar.

ABSTRACT

This thesis describes a proposal for improvement in the process of packaging and sealing the veterinary anti-rabies vaccine in a state pharmaceutical company. This company is responsible for producing various biological products manually for public health, human consumption and veterinary. In order to provide a good quality product and meet the demand requirement, which year after year has been increasing.

The process of packaging and sealing is done manually, which generates a slow operating process, a high percentage of defective products that must be reprocessed, and in turn generates a high level of physical wear on operators as they must remain more than 5 hours in a row in the same position. Additionally, to carry out the process of packaging and sealing it is necessary to suspend the other activities of the laboratory, since in the days that this process is carried out 90% of the personnel is used, which are distributed in the packaging, sealing and packaging of the vaccine.

That is why this thesis proposes the acquisition of an automated system for packaging and sealing vaccines, in order to increase productivity, reduce operating times, reduce defective merchandise and reduce the risk of cross contamination due to constant handling of the product.

For the analysis of the packaging and sealing process, two techniques of industrial engineering study, the Study of Methods and the Study of Times are used, which help in the analysis of the operations and the calculation of the standard time respectively. This analysis is necessary to know in which operations or activities of the packaging and sealing

process, should be improved, also to make the comparison of productivity of the current packaging and sealing process with the proposed process.

The selection of the automated system of packaging and sealing of vaccines is carried out, according to the requirements and needs of the process under study and of the product to be packaged (veterinary anti-rabies vaccine), such as the viscosity of the fluid, size and shape of the packaging materials (bottles, plugs and caps of aluminum).

In conclusion, if an automated system of packaging and sealing of vaccines proposed in this thesis is implemented, it improves productivity by 92.31%, reduces operating times by 48.05%, and improves the quality of the final product by 10.62%, from the process of packaging and sealing of the veterinary anti-rabies vaccine.

Keywords: Packaging, sealing, productivity, operating times, cross-contamination, defective merchandise, automated system, study of methods, study of time, standard time.

INTRODUCCIÓN

El estado peruano como responsable de velar por la salud pública de nuestro país, creo una empresa estatal de rubro farmacéutico dedicado a la fabricación de productos biológicos como: reactivos de diagnóstico (para el dengue, brucelosis, salmonella, entre otros), antivenenos (de serpientes y arañas), medios de cultivo (hemocultivos, agar, entre otros), vacunas (contra la brucelosis, antirrábica veterinaria y humana), los cuales son utilizados para controlar y prevenir enfermedades en la población nacional. El producto biológico que se estudia en este trabajo, es la vacuna antirrábica veterinaria, ya que es la que tiene mayor demanda y su principal cliente es el Ministerio de Salud (MINSA).

La empresa estatal farmacéutica estudiada en esta tesis, tiene como objetivo principal mejorar la productividad del proceso de envasado y sellado de la vacuna antirrábica veterinaria para poder atender el incremento de la demanda que se vienen generando año tras año.

La presente tesis tiene como contenido lo siguiente:

En el capítulo I se presenta el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos de la investigación.

En el capítulo II se presenta el marco teórico, en donde se narra algunos conceptos clave para el desarrollo de este trabajo.

En el capítulo III se presenta formulación de la hipótesis y variables de la investigación.

En el capítulo IV se presenta el tipo, nivel y diseño de la investigación, también se describe la recolección de datos, técnicas de procesamientos y análisis de datos.

En el capítulo V se presenta el desarrollo de la propuesta de mejora para este trabajo.

En el capítulo VI se presenta el desarrollo del análisis e interpretación de los resultados de este trabajo.

En el capítulo VII se presenta las conclusiones y recomendaciones para este trabajo.

En el anexo se presenta la matriz de consistencia para el desarrollo de este trabajo y la cotización del sistema automatizado de envasado y sellado de vacunas.

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTOS..... | iii |
| RESUMEN..... | iv |
| ABSTRACT..... | vi |
| INTRODUCCIÓN..... | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xiv |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xv |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | xvi |
| CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.1 Descripción de la realidad del problema..... | 1 |
| 1.2 Definición del problema..... | 1 |
| 1.2.1 Problema General..... | 1 |
| 1.2.2. Problemas Específicos..... | 2 |
| 1.3 Justificación e importancia de la investigación..... | 2 |
| 1.3.1. Justificación Teórica..... | 2 |
| 1.3.2. Justificación Práctica..... | 2 |
| 1.4 Objetivos de la investigación..... | 3 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 3 |
| 1.4.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| CAPÍTULO 1I: MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación..... | 3 |

| | | |
|--|---|----|
| 2.1.1 | Tesis..... | 3 |
| 2.1.2 | Papers..... | 5 |
| 2.2 | Bases teóricas..... | 7 |
| 2.2.1 | Automatización..... | 7 |
| 2.2.2 | Productividad..... | 8 |
| 2.2.3 | Estudio de métodos..... | 9 |
| 2.2.4 | Estudio de tiempos..... | 11 |
| 2.3 | Marco conceptual..... | 17 |
| 2.3.1 | Proceso de producción de la Vacuna Antirrábica Veterinaria..... | 17 |
| 2.3.2 | Proceso de Envasado y Sellado..... | 19 |
| 2.3.3 | Proceso de Empacado..... | 20 |
| CAPÍTULO 1II: FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS..... | | 22 |
| 3.1 | Hipótesis General..... | 22 |
| 3.2 | Hipótesis Específicas..... | 22 |
| 3.2.1 | Hipótesis Especifica 1..... | 22 |
| 3.2.2 | Hipótesis Especifica 2..... | 22 |
| 3.3 | Variables..... | 22 |
| 3.3.1 | Hipótesis General..... | 22 |
| 3.3.2 | Hipótesis Especifica 1..... | 23 |
| 3.3.3 | Hipótesis Especifica 2..... | 23 |
| CAPÍTULO 1V: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... | | 23 |
| 4.1 | Tipo de investigación..... | 23 |
| 4.2 | Nivel de investigación..... | 24 |

| | | |
|--|--|----|
| 4.3 | Diseño de la investigación..... | 24 |
| 4.4 | Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 24 |
| 4.5 | Técnicas de procesamiento y análisis de datos..... | 24 |
| 4.5.1 | Datos de producción del proceso de envasado..... | 24 |
| 4.5.2 | Programación del proceso envasado y sellado..... | 25 |
| 4.5.3 | Diagrama de operaciones del proceso de envasado y sellado actual..... | 27 |
| 4.5.4 | Diagrama de actividades del proceso de envasado y sellado actual..... | 28 |
| 4.5.5 | Diagrama del proceso de envasado y sellado actual..... | 29 |
| 4.5.6 | Estudio de tiempos del proceso de envasado y sellado..... | 30 |
| 4.5.7 | Demanda de la vacuna antirrábica veterinaria..... | 35 |
| 4.5.8 | Proyección de la demanda de la vacuna antirrábica veterinaria..... | 36 |
| 4.5.9 | Mercadería defectuosa..... | 38 |
| 4.5.10 | Calidad del proceso de envasado y sellado | 40 |
| CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO DE ENVASADO Y SELLADO..... | | 42 |
| 5.1 | Sistema automatizado de envasado y sellado..... | 43 |
| 5.1.1 | Mesa de alimentación de envases cilíndricos..... | 43 |
| 5.1.2 | Equipo de llenado..... | 43 |
| 5.1.3 | Equipo de sellado..... | 44 |
| 5.1.4 | Equipo orientador de tapones y casquillos..... | 45 |
| 5.1.5 | Mesa de acumulación de envases..... | 46 |
| 5.2 | Diagrama de operaciones del proceso de envasado y sellado propuesto..... | 48 |
| 5.3 | Diagrama de actividades del proceso de envasado y sellado propuesto..... | 49 |

| | | |
|---|--|----|
| 5.4 | Diagrama del proceso de envasado y sellado propuesto..... | 50 |
| 5.5 | Análisis financiero..... | 51 |
| 5.5.1 | Costos del sistema automatizado de envasado y sellado propuesta..... | 51 |
| 5.5.2 | Estado de resultado proyectado..... | 51 |
| 5.5.3 | Flujo de caja proyectado..... | 52 |
| CAPÍTULO VI: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS..... | | 53 |
| 6.1 | Comparación de resultados del proceso actual con el proceso propuesto..... | 53 |
| 6.2 | Contrastación de hipótesis..... | 58 |
| 6.2.1 | Hipótesis General..... | 58 |
| 6.2.2 | Hipótesis Especifica 1..... | 59 |
| 6.2.3 | Hipótesis Especifica 2..... | 59 |
| CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | | 60 |
| 7.1 | Conclusión..... | 60 |
| 7.2 | Recomendaciones..... | 61 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | | 62 |
| ANEXOS..... | | 66 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Símbolos del DOP..... | 9 |
| Figura 2: Símbolos del DAP..... | 10 |
| Figura 3: Suplementos..... | 15 |
| Figura 4. Descomposición del ciclo de trabajo..... | 17 |
| Figura 5. Infección e Incubación del Virus Rábico..... | 19 |
| Figura 6. Colecta del Virus Rábico..... | 19 |
| Figura 7. Inactivación. Fuente: Elaboración..... | 19 |
| Figura 8. Almacén de vacuna a granel..... | 19 |
| Figura 9. Dispensar vacuna y taponar..... | 20 |
| Figura 10. Colocar precintos y precintar..... | 20 |
| Figura 11. Inspección de casquillos de aluminio..... | 21 |
| Figura 12. Inspección de volúmenes..... | 21 |
| Figura 12. Inspección de volúmenes..... | 21 |
| Figura 14. Producto final, presentación de 10 frascos..... | 21 |
| Figura 15. Diagrama de operaciones del proceso de envasado y sellado actual..... | 27 |
| Figura 16. Diagrama de actividades del proceso de envasado y sellado actual..... | 28 |
| Figura 17. Diagrama del proceso de envasado y sellado actual..... | 29 |
| Figura 18. Mesa de alimentación de envases..... | 46 |
| Figura 19. Equipo de envasado y sellado..... | 47 |
| Figura 20. Equipo orientador de tapas..... | 47 |
| Figura 21. Diagrama de operaciones del proceso de envasado y sellado propuesto..... | 48 |

| | |
|---|----|
| Figura 22. Diagrama de actividades del proceso de envasado y sellado propuesto..... | 49 |
| Figura 23. Diagrama de actividades del proceso de envasado y sellado propuesto..... | 50 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Escalas de valoración..... | 13 |
| Tabla 2. Sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales.. | 16 |
| Tabla 3. Programación anual del proceso de envasado y sellado..... | 26 |
| Tabla 4. Muestra de tiempos en (min/bandeja)..... | 32 |
| Tabla 5. Suplementos asignados a cada operación)..... | 33 |
| Tabla 6. Tiempos calculados en (min/frasco)..... | 34 |
| Tabla 7. Tiempo estándar..... | 35 |
| Tabla 8. Histórico de demanda..... | 36 |
| Tabla 9. Proyección de demanda de la vacuna en 5 años..... | 38 |
| Tabla 10. Porcentaje de frascos de vacuna defectuosos..... | 39 |
| Tabla 11. Porcentaje de calidad del envasado y sellado..... | 41 |
| Tabla 12. Cotización del equipo de envasado y sellado..... | 51 |
| Tabla 13. Estado de resultados (proyectado en 5 años)..... | 51 |
| Tabla 14. Flujo de caja (proyectado en 5 años)..... | 52 |
| Tabla 15. Resumen del flujo de caja..... | 53 |

| | |
|--|----|
| Tabla 16. Productividad del proceso de envasado y sellado..... | 54 |
| Tabla 17. Tiempo de envasado y sellado..... | 55 |
| Tabla 18. Porcentaje de calidad del envasado y sellado..... | 55 |
| Tabla 19. Cantidad de frascos envasados y sellados en buen estado..... | 56 |
| Tabla 20. Porcentaje de frascos defectuosos en el proceso de envasado y sellado..... | 56 |
| Tabla 21. Porcentaje de defectuoso del envasado y sellado..... | 57 |
| Tabla 22. Número de operarios..... | 57 |
| Tabla 23. Productividad del proceso de envasado y sellado..... | 58 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---------------------------------------|----|
| Gráfico 1. Histórico de demanda..... | 36 |
| Gráfico 2. Proyección de demanda..... | 38 |

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad del problema

La empresa estatal de rubro farmacéutico analizada en esta tesis, cuenta con un proceso de envasado y sellado de vacunas totalmente manual, motivo por el cual cada operación del proceso es lenta. Esto también ocasiona un incremento del riesgo de contaminación de la vacuna, debido al manipuleo constante por parte de los operarios. El proceso de envasado y sellado requiere de personal fijo y constante por 5 horas seguidas a más en su puesto de trabajo hasta que concluya el proceso. Esta medida es para evitar cualquier tipo de contaminación cruzada, sin embargo, aumenta la fatiga del personal ocasionando que el proceso sea más lento. Para llevar a cabo el proceso de envasado y sellado se requiere suspender las demás actividades del laboratorio, ya que en los días que se realiza dicho proceso se utiliza el 90% del personal, los cuales se distribuyen en el envasado, sellado y empacado.

1.2 Definición del problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo la implementación de un sistema automatizado de envasado y sellado puede mejorar la productividad del proceso de envasado y sellado de vacunas en una empresa estatal de rubro farmacéutico?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Reemplazando operaciones manuales por automáticas en el proceso de envasado y sellado de vacunas, se reducirá tiempos operativos?
- ¿Automatizando el proceso de envasado y sellado de vacunas, se mejorará la calidad del producto final?

1.3 Justificación e importancia de la investigación

1.3.1 Justificación Teórica

Debido a que el mercado se vuelve cada vez más competitivo y exigente, surge la necesidad de automatizar el proceso de envasado y sellado para obtener productos finales de mejor calidad y más competitivos.

1.3.2 Justificación Práctica

Esta tesis busca mejorar la productividad en el proceso de envasado y sellado de una empresa estatal farmacéutica, mediante la implementación de un sistema automatizado de envasado y sellado. Esta necesidad de mejorar la productividad, surge debido al incremento de pedidos de la vacuna antirrábica veterinaria, que se viene dando en los últimos años. Siendo cada vez más complicado cumplir con los pedidos, ya que aumenta el recurso humano para el envasado y sellado del producto. Lo que a su vez genera un incremento en el riesgo de contaminación de la vacuna, debido al aumento del personal manipulando el producto.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general:

- Mejorar la productividad del proceso de envasado y sellado de vacunas en una empresa estatal de rubro farmacéutico, implementando un sistema automatizado de envasado y sellado.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Reducir tiempos operativos en el proceso de envasado y sellado de vacunas, reemplazando operaciones manuales por automáticas.
- Mejorar la calidad del producto final, automatizando el proceso de envasado y sellado de vacunas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Tesis

J. Martínez y S. Martínez (2016) desarrollaron un proyecto para optimizar el proceso de envase y empaque de medicamentos, tanto en productos líquidos como sólidos. Buscan reducir tiempos de producción al eliminar los cuellos de botella e implementar un nuevo

flujo de procesos. Identificaron un cuello de botella en la etapa de empaque, debido a que todo el proceso es manual y no cuenta con un flujo correcto que guíe adecuadamente el proceso. En conclusión, este proyecto propone cambiar el método de empaque, estandarizar los métodos utilizados y crear un nuevo flujo de procesos. Todo ello con la finalidad de reducir costos operativos y optimizar el proceso de envase y empaque.

Sani y Talante (2015) plantean un diseño de una máquina envasadora y dosificadora para lácteos, este diseño lo desarrollaron en base a los requerimientos de la empresa en donde se realiza el estudio, tomaron en cuenta la variedad de tamaños de envases que posee dicha empresa y el tipo de líquido que envasa. El objetivo de llevar a cabo este trabajo de diseño, construcción e implementación de una máquina envasadora es aumentar el volumen de producción de la empresa. En conclusión, en este trabajo se logra incrementar el volumen de producción, reducir la posibilidad de contaminación en el proceso de llenado y reducir la cantidad de personal que interviene el proceso.

Palomino y Manrique (2015) desarrollaron en su tesis el uso de procesamiento digital de imágenes para la clasificación de botellas en un sistema de llenado automático. En donde se clasifica las botellas en dos líneas, las correctamente llenadas que continúan con el proceso de tapado y las mal llenadas que pasan a ser separadas del proceso de tapado, para ser desechadas. Con esto se busca un eficiente control de errores en el proceso de llenado para mejorar la calidad del producto final.

La tesis de Cruz y Campoverde (2010), trata sobre diseñar e implementar una maquina envasadora de líquidos que sea capaz de envasar diversos formatos de botellas tipo pet. En el desarrollo de la tesis se plantea reemplazar el proceso manual de envasado por uno automatizado, con la finalidad de reducir costos de producción e incrementar la productividad. Adicionalmente este trabajo busca motivar a la población ecuatoriana a comprar máquinas nacionales que pueden ser igual o mejores que las maquinas extranjeras, con un costo de adquisición menor y un soporte técnico local. Este trabajo concluye que ha resultado conveniente la elaboración del diseño de una maquina envasadora flexible, ya que logra reducir tiempos de entrega e incrementar el comercio local de este tipo de máquinas envasadoras flexibles.

2.1.2 Papers

Velásquez y Gonzales (2017) desarrollaron un prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico. En el control de la automatización se implementa un PLC para ejecutar cada una de las acciones en el proceso. La finalidad de este prototipo de automatización es incrementar la calidad de los productos y la productividad en el proceso de envasado.

Gordillo, Villota, Cifuentes, García y Guerrero (2016) realizaron una investigación de un sistema automatizado de envasado de líquidos semidensos, se evaluó los procesos de elaboración de silicona donde se localizó un cuello de botella en la etapa de llenado de envase. En esta etapa es indispensable la colaboración de operarios lo cual genera tiempos muertos y poca flexibilidad. En esta investigación se realizó un estudio sobre el diseño de

llenado de envase más adecuado para el proceso, siendo este el diseño de la rueda de ginebra de 4 ranuras. En este artículo se concluyó que la automatización permite mayor rendimiento y efectividad en la fabricación de productos, debido a que elimina los tiempos muertos en la producción y aumenta la capacidad de diseño de la planta.

F. Barrera y L. Barrera (2015) realizaron un artículo de investigación en el cual se planteó el diseño y fabricación de una maquina embotelladora y tapadora de cerveza artesanal, en donde se implementa un sistema automatizado para controlar y ejecutar las funciones de la máquina. En el diseño incorporan una válvula de llenado, una matriz de tapado y un PLC (Controlador Lógico Programable) que se encarga del control de cada uno de los elementos de la máquina, por medio de la programación Ladder. El diseño planteado excluye la intervención de operarios en el proceso de embotellado y tapado, lo cual genera mayor productividad y mejora en la calidad del producto final.

Gonzales, Vidal, Couce, Fraguera y Rodríguez (s.f.) desarrollaron un artículo de investigación en el cual proponen automatizar una planta industrial de elaboración y embotellado de algunos productos líquidos (detergentes). El objetivo de este artículo es mejorar las operaciones y la rentabilidad de la planta mediante un proceso de control (PLC's). En el artículo se simula un proceso de control automático para la elaboración y embotellado de detergente, utilizando como elemento de control el PLC y un sistema SCADA como software de supervisión. Al automatizar los procesos de elaboración, llenado, mezclado y taponado en una planta se obtiene un incremento de la productividad, se optimizan los tiempos de elaboración y embotellado. En el artículo se concluye que el

método desarrollado es útil para cualquier proceso industrial que contenga una línea de producción de cualquier producto líquido.

En conclusión, cada uno de los trabajos de investigación mencionados, busca mejorar la productividad y la calidad del producto final mediante la implementación de un sistema de automatización en el proceso de envasado y empacado.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Automatización

Velásquez (2004) afirma que:

La automatización Industrial es un conjunto de técnicas basadas en sistemas capaces de recibir información del proceso sobre el cual actúan, realizar acciones de análisis, organizarlas y controlarlas apropiadamente con el objetivo de optimizar los recursos de producción, como los materiales, humanos, económicos, financieros, etc. La automatización de una empresa dependiendo del proyecto puede ser parcial o total, y se puede ajustar a procesos manuales o semi automáticos.

La automatización de las plantas industriales es un aspecto muy importante en el crecimiento de las empresas ya que se ven en la necesidad de:

- Incrementar la demanda del producto.
- Ofrecer productos de mejor calidad.
- Optimizar el consumo de energía.

La principal razón de automatizar es el incremento de la productividad, ello se logra racionalizando las materias primas e insumos, reduciendo los costos operativos, reduciendo el consumo energético, incrementando la seguridad de los procesos, optimizando el recurso humano de la empresa y mejorando el diagnóstico, supervisión y control de calidad de la producción. (p.7)

2.2.2 Productividad

La productividad es el uso eficiente de los recursos (tierra, trabajo y capital) para producir bienes y servicios. Se puede definir como una relación entre lo producido y los recursos utilizados (Sladogna, 2017).

Mejía (2013) expresa que la productividad es la efectividad con que se usan los recursos de una empresa con el fin de producir bienes o servicios. La productividad se mide mediante la cantidad producida por unidad de recursos utilizados. La cantidad producida se mide en unidades procesadas o atendidas y los recursos utilizados se mide en cantidad de tiempo requerido, cantidad de insumos (longitud, área o volumen), número de ítems (personas, maquinas, etc.), costos, monto de inversiones, entre otros.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Recursos utilizados}}$$

2.2.3 Estudio de métodos

El estudio de métodos o también llamada ingeniería de métodos analiza las operaciones de un trabajo, mediante técnicas sencillas para optimizar la productividad de un proceso productivo.

a. Diagrama de operaciones del proceso (DOP)

Es una técnica grafica que analiza un proceso productivo desmenuzando sus actividades de trabajo, con el objetivo de optimizarlo. En el diagrama se registra consecutivamente todas las operaciones e inspecciones del proceso, además del ingreso y salida del material.

| ACTIVIDAD | SÍMBOLO |
|------------|---|
| Operación |  |
| Inspección |  |

Figura 1. Símbolos del DOP.
Fuente: Elaboración propia, (2018)

b. Diagrama de actividades del proceso (DAP)

El diagrama de actividades del proceso es una representación gráfica secuenciada de cada una de las actividades de un proceso productivo. En el diagrama se registra las operaciones, inspecciones, transporte, demoras y almacenamiento. El diagrama de actividades del proceso se puede realizar para los materiales, operarios y los equipos.

| ACTIVIDAD | SÍMBOLO |
|----------------|---|
| Operación |  |
| Inspección |  |
| Transporte |  |
| Demora |  |
| Almacenamiento |  |

Figura 2. Símbolos del DAP.
Fuente: Elaboración propia, (2018)

2.2.4 Estudio de tiempos

Castillo (2005) afirma que:

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para determinar el tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo una actividad, tomando en cuenta las demoras personales, fatiga y retrasos que se puedan presentar al realizar dicha actividad. El estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo. (p.8)

a. Medición del tiempo

Para la medición de los tiempos se emplea un cronometro mecánico o electrónico, y para registrar los tiempos se puede hacer uso del método continuo o el método de vuelta a cero.

Esquer (2013) afirma que:

El método continuo, como su nombre lo indica, permite que el cronómetro trabaje durante todo el estudio. En este método, el analista lee el reloj en el

punto terminal de cada elemento y el tiempo sigue corriendo. En el método de vuelta a cero, después de leer el cronómetro en el punto terminal de cada elemento, el tiempo se restablece en cero; cuando se realiza el siguiente elemento el tiempo avanza desde cero hasta llegar al cálculo del tiempo registrado en la operación en la que se ha llevado a cabo el registro de la operación deseada, o indicada previamente para la toma de los tiempos por cronometraje. (p.15)

b. Tamaño de la muestra

La Oficina Internacional del Trabajo (1996) indica que:

Para determinar el tamaño de la muestra o el número de observaciones que debe efectuarse en cada elemento, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados, se puede utilizar el método estadístico. Con este método, hay que efectuar cierto número de observaciones preliminares (n') y luego aplicar la fórmula siguiente para un nivel de confianza de 95,45 por ciento y un margen de error de ± 5 por ciento. (p.300)

Según Raymond (1975) se tiene la siguiente formula:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Siendo:

n = Tamaño de la muestra que deseamos determinar

n' = Numero de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

X = Valor de las observaciones

c. Tiempo Normal o Básico

Castillo (2005) afirma que:

El tiempo normal de trabajo de un obrero calificado que realiza una determinada actividad.

El Tiempo Normal (TN) se calcula multiplicando el Tiempo Observado (TO) con el Factor de Valoración (FV).

$$\text{Tiempo Normal} = \text{Tiempo Observado} \times \text{Factor de Valoración}$$

El Tiempo Observado, viene a ser el promedio de los tiempos tomados en una operación.

El Factor de Valoración es una escala de valoración en porcentaje, el cual califica o valora el ritmo de trabajo de un obrero. Esta calificación se basa en la norma británica en el cual la escala va de 0 a 100, donde 0 representa una actividad nula y 100 el ritmo tipo o normal de trabajo de un obrero calificado. El Factor de Valoración (FV) se calcula dividiendo el Valor del Ritmo (VR) entre 100.

$$\text{Factor de Valoración} = \frac{\text{Valoración del ritmo de trabajo del obrero}}{100}$$

El siguiente cuadro muestra las principales escalas de valoración del ritmo de trabajo. Para este estudio de tiempo se emplea la norma británica.

Tabla 1
Escala de valoración

| Escala | | | | Descripción del desempeño | Velocidad de marcha comparable | |
|--------|--------|---------|--------------------------------|--|--------------------------------|----------|
| 60-80 | 75-100 | 100-133 | { }-100 { norma británica } | | { m/h } | { km/h } |
| 0 | 0 | 0 | 0 | Actividad nula | | |
| 40 | 50 | 67 | 50 | Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo | 2 | 3,2 |
| 60 | 75 | 100 | 75 | Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan | 3 | 4,8 |
| 80 | 100 | 133 | 100 (Ritmo tipo) | Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado | 4 | 6,4 |
| 100 | 125 | 167 | 125 | Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio | 5 | 8,0 |
| 120 | 150 | 200 | 150 | Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de "virtuoso", sólo alcanzada por unos pocos trabajadores | 6 | 9,6 |

Fuente: Oficina Internacional del Trabajo, (1996)

d. Suplementos o Concesiones

Castillo (2005) indica que:

Las concesiones son demoras inevitables que quizá no fueron observadas en el estudio de tiempos, debido a que este se realiza en períodos relativamente cortos de tiempo. Es por ello que deben compensarse esas pérdidas haciendo algunos ajustes. (p.61)

García (2005) indica que:

Tres son los suplementos que pueden concederse en un estudio de tiempos:

1. Suplementos por retrasos personales (necesidades personales).
2. Suplementos por retrasos por fatiga (descanso).
3. Suplemento por retrasos especiales, incluye:
 - a) Demoras debidas a elementos contingentes poco frecuentes.
 - b) Demoras en las actividades del trabajador provocadas por supervisión.
 - c) Demoras causadas por elementos extraños inevitables, concesión que puede ser temporal o definitiva. (p.225)

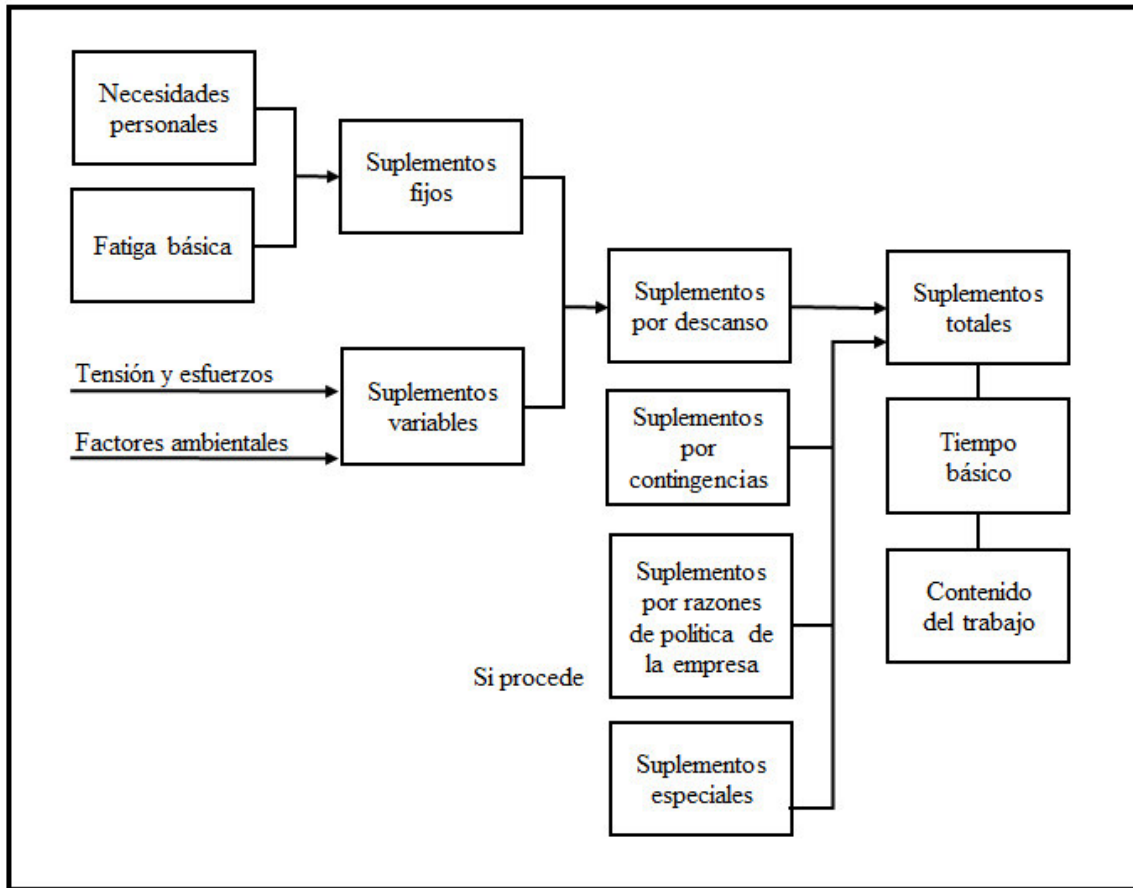


Figura 3. Suplementos. Fuente: Oficina Internacional del Trabajo, (1996)

La siguiente figura muestra un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los Tiempos Normales.

Tabla 2

Sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales

| 1. Suplementos constantes | Hombres | Mujeres | E. Concentración intensa | Hombres | Mujeres |
|--|---------|----------|--|---------|---------|
| | | | Trabajos de cierta precisión | 0 | 0 |
| | | | Trabajos de precisión o fatigosos | 2 | 2 |
| Suplementos por necesidades personales | 5 | 7 | Trabajos de gran precisión o muy fatigosos | 5 | 5 |
| Suplemento por fatiga | 4 | 4 | F. Ruido | | |
| | | | Continuo | 0 | 0 |
| | | | Intermitente y fuerte | 2 | 2 |
| | | | Intermitente y muy fuerte | 5 | 5 |
| | | | Estridente y fuerte | | |
| 2. Suplementos variables | | | G. Tensión mental | | |
| A. Suplemento por trabajar de pie | 2 | 4 | Proceso bastante complejo | 1 | 1 |
| B. Suplemento por postura anormal | | | Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos | 4 | 4 |
| Ligeramente incómoda | 0 | 1 | Muy complejo | 8 | 8 |
| Incómoda (inclinado) | 2 | 3 | H. Monotonía | | |
| Muy incómoda (echado, estirado) | 7 | 7 | Trabajo algo monótono | 0 | 0 |
| C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar) | | | Trabajo bastante monótono | 1 | 1 |
| Peso levantado por kilogramo | | | Trabajo muy monótono | 4 | 4 |
| 2.5 | 0 | 1 | I. Tedio | | |
| 5 | 1 | 2 | Trabajo algo aburrido | 0 | 0 |
| 7.5 | 2 | 3 | Trabajo aburrido | 2 | 1 |
| 10 | 3 | 4 | Trabajo muy aburrido | 5 | 2 |
| 12'5 | 4 | 6 | J. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de-Suplemento | | |
| 15 | 5 | 8 | Kata (mili calorías/cm2/segundo) | | |
| 17.5 | 7 | 10 | 16 | 0 | |
| 20 | 9 | 13 | 14 | 0 | |
| 22.5 | 11 | 16 | 12 | 0 | |
| 25 | 13 | 20 (máx) | 10 | 3 | |
| 30 | 17 | - | 8 | 10 | |
| 33.5 | 22 | - | 6 | 21 | |
| D. Mala iluminación | | | 5 | 31 | |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada | 0 | 0 | 4 | 45 | |
| Bastante por debajo | 2 | 2 | 3 | 64 | |
| Absolutamente insuficiente | 5 | 5 | 2 | 100 | |

Fuente: García, (2005)

e. Tiempo Tipo o Estándar

García (2005) indica que “el tiempo tipo o estándar es el tiempo que se concede para efectuar una tarea. En él están incluidos los tiempos de los elementos cíclicos (repetitivos, constantes, variables), así como los elementos casuales o contingentes que fueron observados durante el estudio de tiempos. A estos tiempos ya valorados se les agregan los suplementos siguientes: personales, por fatiga y especiales” (p.240).

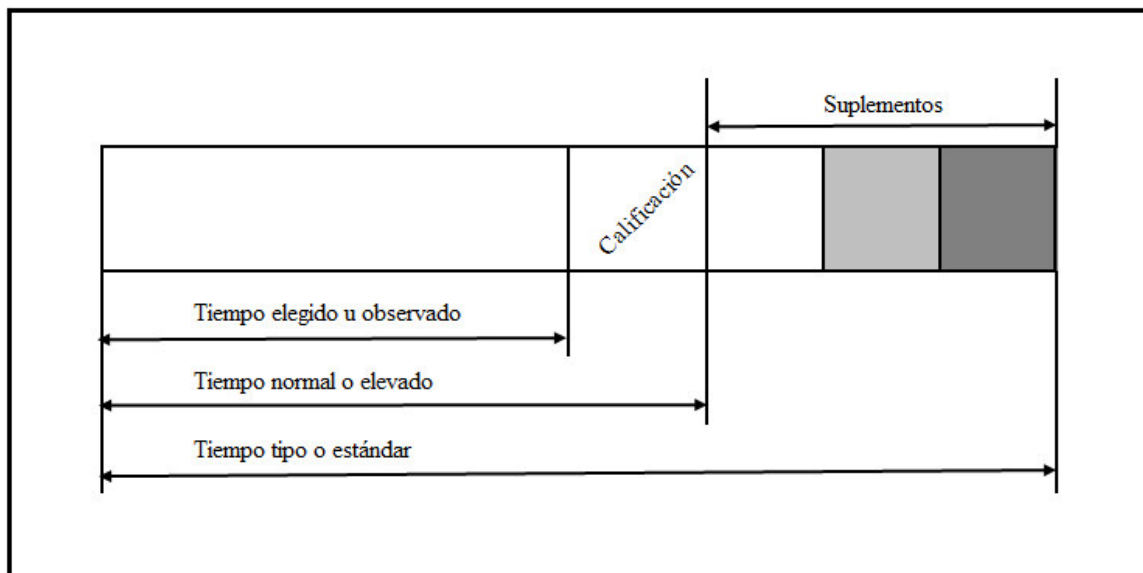


Figura 4. Descomposición del ciclo de trabajo. Fuente: García, (2005)

El tiempo estándar se calcula de siguiente forma:

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo Normal} + \text{Tiempo Normal} \times \text{Suplementos}$$

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Proceso de producción de la Vacuna Antirrábica Veterinaria

Según el Instituto Nacional de Salud (s.f.):

1. Siembra de células, en este primer proceso se siembran células BHK-21 en un medio adecuado para su crecimiento y multiplicación a gran escala.
2. Infección e Incubación, se infectan las células BHK-21 con el virus rábico, procediendo a incubar con medios adecuados para la multiplicación del virus, ver figura 5.
3. Colecta del Virus Rábico, el antígeno es colectado en frascos sifonados estériles y conservados en cámara fría (2-8 °C) para su respectiva sedimentación y clarificación, ver figura 6.
4. Inactivación, una vez decantado el antígeno se inactiva (Bromoetilenamina), ver figura 7, se agrega preservantes y adyuvantes (Hidróxido de aluminio) se conservan en cámara fría como vacuna a granel, ver figura 8.

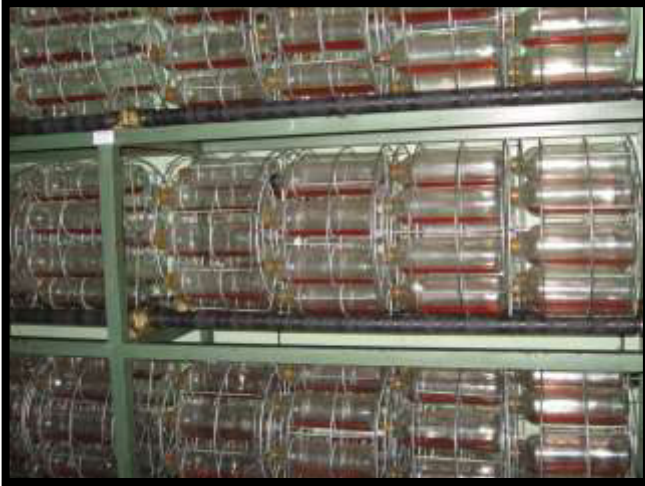


Figura 5. Infección e Incubación del Virus Rábico
Fuente: Fernández R, (s.f.)



Figura 6. Colecta del Virus Rábico.
Fuente: Fernández R, (s.f.)



Figura 7. Inactivación. Fuente: Elaboración Propia, (2017)



Figura 8. Almacén de vacuna a granel.
Fuente: Fernández R, (s.f.)

2.3.2 Proceso de Envasado y Sellado

El proceso de envasado consta de cuatro operaciones que son las siguientes:

1. Dispensar la vacuna uno a uno en frascos de 10 ml, ver figura 9.

2. Colocar tapones uno a uno en cada frasco, ver figura 9.
3. Colocar casquillos de aluminio (precintos) uno a uno en cada envase, ver figura 10.
4. Ejercer presión sobre el casquillo de aluminio para sellar el frasco (precintar) uno a uno, ver figura 10.



Figura 9. Dispensar vacuna y taponar.
Fuente: Elaboración propia, (2017)



Figura 10. Colocar precintos y precintar.
Fuente. Elaboración propia, (2017)

2.3.3 Proceso de Empacado

En este proceso se realiza la inspección al producto final para luego ser empacado y almacenado; se lleva a cabo lo siguiente:

1. Inspección de casquillos de aluminio; consiste en verificar que los precintos de cada frasco estén correctamente asegurados y en buen estado, de lo contrario son separados para ser precintados nuevamente, ver figura 11.

2. Inspección de volúmenes; consiste en verificar que cada uno de los frascos contengan el volumen correcto, caso contrario son separados para ser envasados nuevamente, ver figura 12.
3. Empacado de producto final; consiste en llenar cada caja con 10 unidades de producto terminado, ver figura 13.



Figura 11. Inspección de casquillos de aluminio.
Fuente: Elaboración propia, (2017)



Figura 12. Inspección de volúmenes.
Fuente: Elaboración propia, (2017)



Figura 13. Empacado de producto final.
Fuente: Elaboración propia, (2017)



Figura 14. Producto final, presentación de 10 frascos. Fuente: Elaboración propia, (2017)

CAPÍTULO 1II

FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis General

La implementación de un sistema automatizado de envasado y sellado mejora la productividad del proceso de envasado y sellado de vacunas en una empresa estatal de rubro farmacéutico.

3.2 Hipótesis Especificas

3.2.1 Hipótesis Especifica 1

El reemplazar operaciones manuales por automáticas en el proceso de envasado y sellado de vacunas, reduce tiempos operativos.

3.2.2 Hipótesis Especifica 2

La automatización del proceso de envasado y sellado de vacunas mejora la calidad del producto final.

3.3 Variables

3.3.1 Hipótesis General

Variable independiente: Implementación de un sistema automatizado de envasado y sellado.

Variable dependiente: Mejora la productividad.

3.3.2 Hipótesis Específica 1

Variable independiente: Reemplazar operaciones manuales por automáticas.

Variable dependiente: Reduce tiempos operativos.

3.3.3 Hipótesis Específica 2

Variable independiente: La automatización del proceso de envasado y sellado de vacunas

Variable dependiente: Mejora la calidad del producto final.

CAPÍTULO 1V

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación para el estudio de esta tesis es una investigación aplicada, ya que se utilizan conocimientos y técnicas de la Ingeniería Industrial, las cuales se aplican para mejorar el proceso de envasado y sellado de vacunas.

4.2 Nivel de investigación

En base al enfoque de estudio de esta tesis, presenta nivel de investigación explicativo.

4.3 Diseño de la investigación

El diseño de investigación de esta tesis es experimental, ya que se manipula una variable experimental que no ha sido comprobada

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según el enfoque de investigación, la técnica utilizada en esta tesis corresponde a una investigación cuantitativa, la cual se basa en la observación de campo. Ya que la recolección de datos se realiza en el lugar donde suceden los hechos a estudiar.

4.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos para este estudio fueron obtenidos entre los meses de setiembre y noviembre del año 2017 para la vacuna antirrábica veterinaria.

4.5.1 Datos de producción del proceso de envasado

El proceso de envasado consta de 4 operaciones (dispensar, taponar, colocar precinto y asegurar precinto). Estas operaciones son llevadas a cabo por 5 operarios (un dispensador, un taponador, un ayudante y dos que precintan).

Los frascos son agrupados en bandejas, donde cada bandeja contiene 273 frascos, esto se realiza para facilitar su traslado en el proceso de envasado.

Se envasa un lote en dos días, donde cada lote consta de 16,380 frascos. Por lo cual en un día se envasan 8,190 frascos en un intervalo de 5 horas.

Anualmente se producen alrededor de 376,740 frascos de producto final, los cuales tienen una presentación 10 ml, donde cada mililitro representa una dosis. Por ende, cada frasco de 10 ml proporciona 10 dosis de vacuna antirrábica veterinaria. Por lo que anualmente se produce 3,767,400 dosis de vacuna antirrábica veterinaria.

4.5.2 Programación del proceso envasado y sellado

El proceso de envasado y sellado se programa anualmente según el requerimiento de la demanda. En la tabla 3, se observa que el proceso se realiza entre los meses de marzo a octubre. En los demás meses la empresa estatal se centra en la producción de la vacuna antirrábica veterinaria y de otros productos., ya que al ser productos biológicos requieren periodos largos de incubación.

El proceso de envasado y sellado se realiza en un tiempo aproximado de 5 horas por día, no se puede tomar la jornada completa de 8 horas, ya que el personal designado para este proceso debe realizar otras labores que fueron paralizadas para poder llevar a cabo el proceso de envasado y sellado.

Tabla 3

Programación anual del proceso de envasado y sellado

| Mes | Días de envase | Cantidad de lotes | Frascos envasados |
|------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Enero | - | - | - |
| Febrero | - | - | - |
| Marzo | 6 | 3 | 49,140 |
| Abril | 6 | 3 | 49,140 |
| Mayo | 6 | 3 | 49,140 |
| Junio | 6 | 3 | 49,140 |
| Julio | 6 | 3 | 49,140 |
| Agosto | 6 | 3 | 49,140 |
| Septiembre | 6 | 3 | 49,140 |
| Octubre | 4 | 2 | 32,760 |
| Noviembre | - | - | - |
| Diciembre | | | |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

4.5.3 Diagrama de operaciones del proceso de envasado y sellado actual

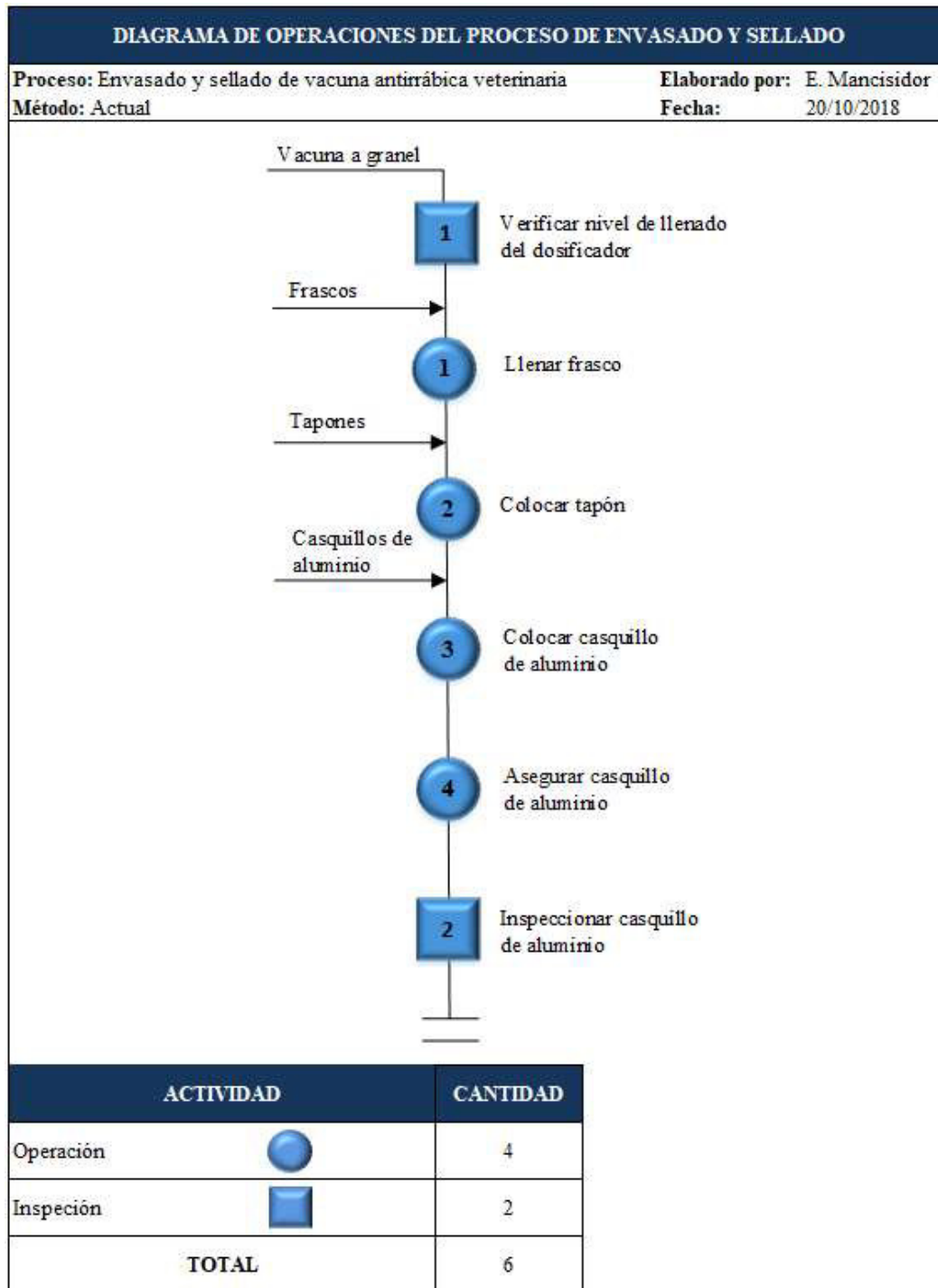


Figura 15. Diagrama de operaciones del proceso de envasado y sellado actual.
Fuente: Elaboración propia, (2018)

4.5.4 Diagrama de actividades del proceso de envasado y sellado actual






| DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO Y SELLADO | | | | | (Operario/Material/Equipo) | | | | | | |
|--|---|------------|--|----------------|----------------------------|---|---|--|---|---|-------------|
| Diagrama N°: 1 | | Hoja: 1/1 | | RESUMEN | | | | | | | |
| Objetivo: Envasado y sellado de vacunas | | | | ACTIVIDAD | | ACTUAL | | PROPUESTA | | ECONOMÍA | |
| Actividad: Alistar materiales y herramientas, programar equipos, envasar, sellar | | | | Operación | | 4 | | — | | — | |
| | | | | Transporte | | 5 | | — | | — | |
| Método: Actual | | | | Espera | | 1 | | — | | — | |
| Lugar: Sala de envase | | | | Inspección | | 3 | | — | | — | |
| Operarios: 5 | | | | Almacenamiento | | 0 | | — | | — | |
| Compuesto por: | | Fecha: | | Tiempo | | — | | — | | — | |
| Evelin Mancisidor S. | | 20/10/2018 | | Distancia | | — | | — | | — | |
| N° | DESCRIPCIÓN | | | D (m) | T (min) | SIMBOLO | | | | | OBSERVACIÓN |
| | | | | | |  |  |  |  |  | |
| 1 | Transportar vacuna a granel al área de envasado | | | — | — | | | | | | |
| 2 | Transportar bandejas con frascos vacios a la mesa de envasado | | | — | — | | | | | | |
| 3 | Transportar tapones a la mesa de envasado | | | — | — | | | | | | |
| 4 | Programar equipo dosificador de líquidos | | | — | — | | | | | | |
| 5 | Verificar el nivel de llenado del dosificador | | | — | — | | | | | | |
| 6 | Llenar frascos | | | — | — | | | | | | |
| 7 | Colocar tapones | | | — | — | | | | | | |
| 8 | Transportar bandejas con frascos llenos a la mesa de sellado | | | — | — | | | | | | |
| 9 | Transportar casquillos de aluminio a la mesa de sellado | | | — | — | | | | | | |
| 10 | Colocar casquillos de aluminio | | | — | — | | | | | | |
| 11 | Asegurar casquillos de aluminio | | | — | — | | | | | | |
| 12 | Inspeccionar casquillos de aluminio | | | — | — | | | | | | |
| 13 | Esperar transporte a sala de empaque | | | — | — | | | | | | |
| TOTAL | | | | — | — | 4 | 5 | 1 | 3 | — | |

Figura 16. Diagrama de actividades del proceso de envasado y sellado actual. Fuente: Elaboración propia, (2018)

4.5.5 Diagrama del proceso de envasado y sellado actual

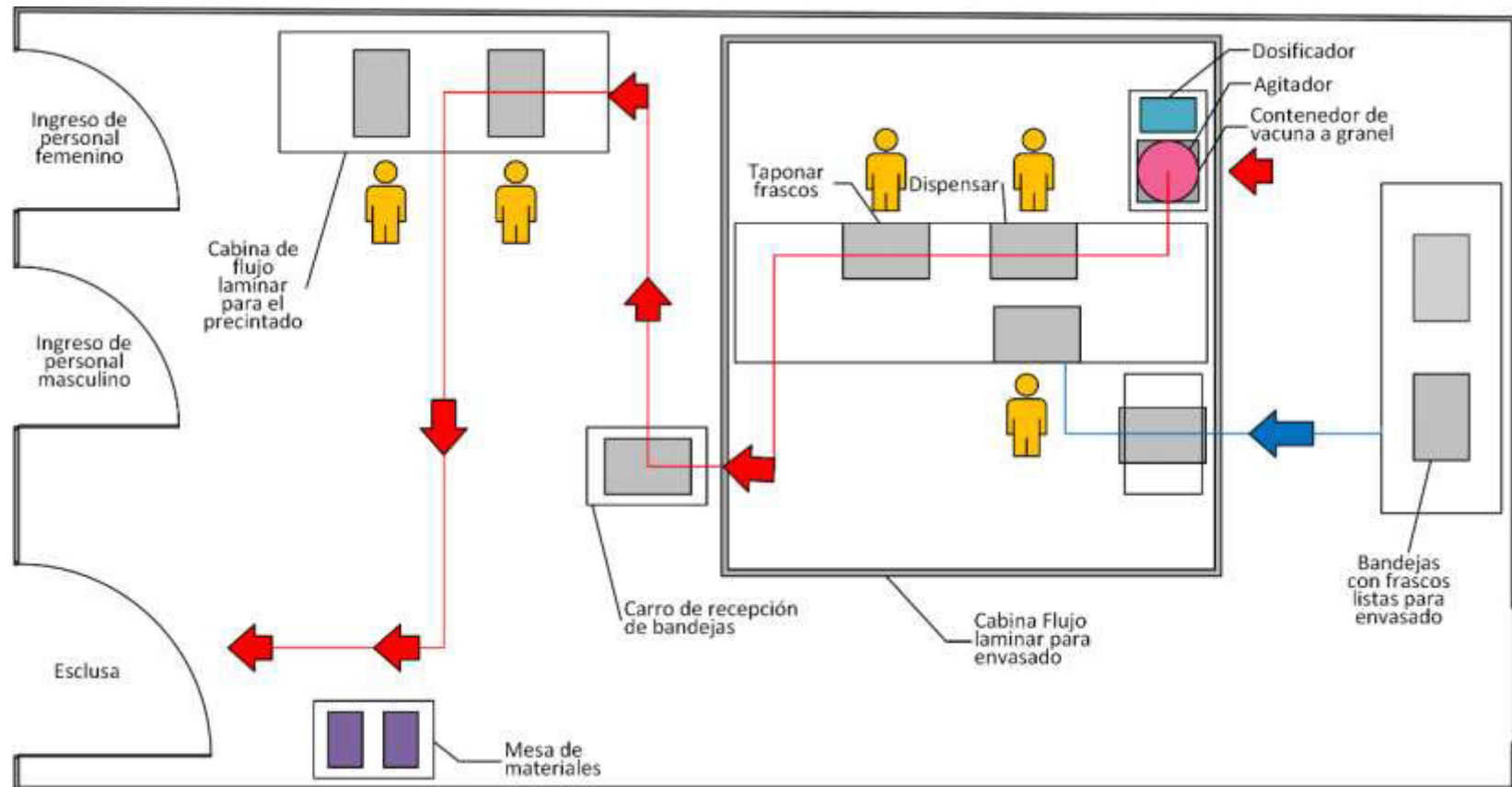


Figura 17. Diagrama del proceso de envasado y sellado actual. Fuente: Elaboración propia, (2018)

4.5.6 Estudio de tiempos del proceso de envasado y sellado

El estudio de tiempos se llevó a cabo en el mes de setiembre de 2017; a continuación, se presenta la secuencia de obtención de datos para este estudio.

1. En primer lugar, se identifica y observa cada una de las operaciones presentes en el proceso, siendo un total de cuatro operaciones que son: dispensar, taponar, colocar precinto y asegurar precinto.
2. Se realiza la toma de tiempos a cada operación con cronómetro y utilizando el método continuo, ya que los ciclos son muy cortos. El tiempo de ciclo se toma para la fabricación de varios frascos, para luego dividir este tiempo entre el número de frascos, con ello se obtiene el tiempo promedio por frasco (Castillo,2005). Para el estudio se tiene que en un ciclo se fabrican 273 frascos, que es la cantidad que contiene una bandeja, la cual sirve como contenedor para facilitar el traslado de los frascos.
3. Se utiliza el método estadístico para hallar el número de observaciones necesarias para el estudio. Se tomó 15 observaciones a cada operación para dicho cálculo, donde se determinó que esta cantidad de observaciones son aceptables, ya que el número de observaciones requeridas por cada operación no supera las 15.

4. Se calcula el Factor de Valoración, en donde se califica o valora el ritmo de trabajo del obrero en base a la norma británica. Para obtener una correcta valoración se debe conocer previamente el ritmo normal de trabajo con el fin de compararlo con el ritmo de trabajo del obrero que se está evaluando. Para el estudio de tiempos se cuenta con obreros de ritmo de trabajo normal en todas las operaciones del proceso de envasado; por ello la Valoración del ritmo de trabajo del obrero es 100, con lo cual el Factor de Valoración es 1.
5. Se calcula el Tiempo Normal de cada una de las operaciones, el cual se obtiene multiplicando el Tiempo Observado con el Factor de Valoración.
6. Se calcula los suplementos de cada operación, ver tabla 5, para ello se utilizó el sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los Tiempos Normales que se observa en la tabla 2. Para el cálculo de los suplementos se evaluó al personal masculino.
7. Finalmente se calcula para cada una de las operaciones el Tiempo Estándar o también llamado Tiempo Tipo, el cual se obtiene de la suma del Tiempo Normal con el producto de los Suplementos con el Tiempo Normal, ver tabla 6.

Tabla 4
Muestra de tiempos en (min/bandeja)

| Muestra | Dispensar | Taponar | Colocar precinto | Asegurar precinto |
|----------------|------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | 8.32 | 8.58 | 7.48 | 7.69 |
| 2 | 8.62 | 8.63 | 7.26 | 7.77 |
| 3 | 8.27 | 7.78 | 7.57 | 7.90 |
| 4 | 7.82 | 7.83 | 7.35 | 8.21 |
| 5 | 8.28 | 8.08 | 7.32 | 7.75 |
| 6 | 7.80 | 8.45 | 7.62 | 8.34 |
| 7 | 8.39 | 8.01 | 7.30 | 7.76 |
| 8 | 8.36 | 7.92 | 7.45 | 8.25 |
| 9 | 7.83 | 8.43 | 6.80 | 7.48 |
| 10 | 8.80 | 9.06 | 7.96 | 8.31 |
| 11 | 8.76 | 8.56 | 7.80 | 7.73 |
| 12 | 8.84 | 8.40 | 7.83 | 8.82 |
| 13 | 8.31 | 8.91 | 7.28 | 7.83 |
| 14 | 8.43 | 8.12 | 6.83 | 7.70 |
| 15 | 8.91 | 8.60 | 7.31 | 7.58 |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

Tabla 5

Suplementos asignados a cada operación

| Suplementos | Dispensar | Taponar | Colocar precinto | Asegurar precinto |
|--|------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|
| Suplemento por necesidades personales | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Suplemento base por fatiga | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Suplemento por postura anormal: Incómoda (inclinado) | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Uso de la fuerza o de la energía muscular (peso levantado 25 kg) | 0 | 0 | 13 | 13 |
| Concentración intensa: Trabajos de precisión o fatigosos | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ruido: Intermitente y fuerte | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Monotonía: Trabajo muy monótono | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Tedio: Trabajo aburrido | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Suma total de suplementos | 21 | 21 | 34 | 34 |
| Total de suplementos en porcentaje | 0.21 | 0.21 | 0.34 | 0.34 |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

Tabla 6
Tiempos calculados en (min/frasco)

| Muestra | Dispensar | Taponar | Colocar precinto | Asegurar precinto |
|-------------|---------------|---------------|------------------|-------------------|
| 1 | 0.0305 | 0.0314 | 0.0274 | 0.0282 |
| 2 | 0.0316 | 0.0316 | 0.0266 | 0.0285 |
| 3 | 0.0303 | 0.0285 | 0.0277 | 0.0289 |
| 4 | 0.0286 | 0.0287 | 0.0269 | 0.0301 |
| 5 | 0.0303 | 0.0296 | 0.0268 | 0.0284 |
| 6 | 0.0286 | 0.0310 | 0.0279 | 0.0305 |
| 7 | 0.0307 | 0.0293 | 0.0267 | 0.0284 |
| 8 | 0.0306 | 0.0290 | 0.0273 | 0.0302 |
| 9 | 0.0287 | 0.0309 | 0.0249 | 0.0274 |
| 10 | 0.0322 | 0.0332 | 0.0292 | 0.0304 |
| 11 | 0.0321 | 0.0314 | 0.0286 | 0.0283 |
| 12 | 0.0324 | 0.0308 | 0.0287 | 0.0323 |
| 13 | 0.0304 | 0.0326 | 0.0267 | 0.0287 |
| 14 | 0.0309 | 0.0297 | 0.0250 | 0.0282 |
| 15 | 0.0326 | 0.0315 | 0.0268 | 0.0278 |
| TO | 0.0307 | 0.0306 | 0.0271 | 0.0291 |
| n | 2.8113 | 3.2116 | 2.9466 | 3.0861 |
| VR | 100 | 100 | 100 | 100 |
| TN | 0.0307 | 0.0306 | 0.0271 | 0.0291 |
| Suplementos | 0.21 | 0.21 | 0.34 | 0.34 |
| TS | 0.0371 | 0.0370 | 0.0363 | 0.0390 |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

Tabla 7
Tiempo estándar

| Operación | TS (min/frasco) | TS (frasco/min) |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Dispensar | 0.0371 | 26.9542 |
| Taponar | 0.0370 | 27.0270 |
| Colocar precinto | 0.0363 | 27.5482 |
| Asegurar precinto | 0.0390 | 25.6410 |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

En la tabla 7 se observa que el cuello de botella es generado por la operación asegurar precinto, ya que su tiempo estándar es el más lento con 0.0390 minutos por frasco y con 26 frascos por minuto. Por ende, dicha operación determina el ritmo de la línea.

4.5.7 Demanda de la vacuna antirrábica veterinaria

En la tabla 8, se observa la demanda de la vacuna antirrábica veterinaria desde el año 2013 hasta el 2017. Los datos están en función de cantidad de frascos y dosis producidos por año, donde cada frasco contiene 10 dosis de vacuna. Esta demanda se incrementa año tras año y se puede observar en la gráfica 1.

Tabla 8
Histórico de demanda

| Año | Frascos | Dosis |
|------|---------|-----------|
| 2013 | 294,840 | 2,948,400 |
| 2014 | 327,600 | 3,276,000 |
| 2015 | 343,980 | 3,439,800 |
| 2016 | 360,360 | 3,603,600 |
| 2017 | 376,740 | 3,767,400 |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

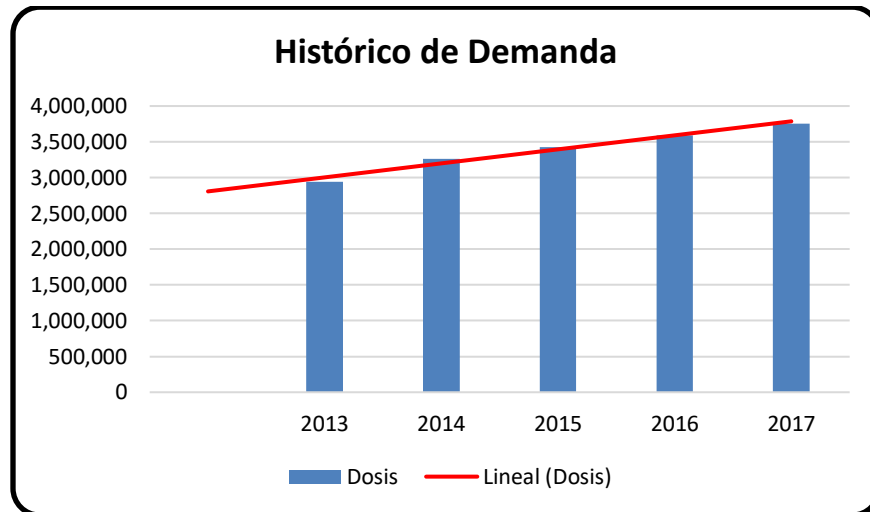


Gráfico 1. Histórico de demanda
Fuente: Elaboración propia, (2018)

4.5.8 Proyección de la demanda de la vacuna antirrábica veterinaria

Para calcular la proyección de la demanda de la vacuna, en un horizonte de 5 años, se hace uso del Método de Mínimos Cuadrados.

$$Y = a + bX \quad b = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad a = \frac{\sum Y - b \sum X}{N}$$

| Año | X | Y | X^2 | Y^2 | X*Y |
|-------------|-----------|------------------|------------|------------------------|------------------|
| 2013 | 1 | 294,840 | 1 | 86,930,625,600 | 294,840 |
| 2014 | 2 | 327,600 | 4 | 107,321,760,000 | 655,200 |
| 2015 | 3 | 343,980 | 9 | 118,322,240,400 | 1,031,940 |
| 2016 | 4 | 360,360 | 16 | 129,859,329,600 | 1,441,440 |
| 2017 | 5 | 376,740 | 25 | 141,933,027,600 | 1,883,700 |
| Suma | 15 | 1,703,520 | 55 | 584,366,983,200 | 5,307,120 |

Se calcula:

$$b = 19,656 \quad y \quad a = 281,736$$

Reemplazando a y b se calcula Y, para cada año proyectado:

| Año | X | Y |
|------------|----------|----------|
| 2018 | 6 | 399,672 |
| 2019 | 7 | 419,328 |
| 2020 | 8 | 438,984 |
| 2021 | 9 | 458,640 |
| 2022 | 10 | 478,296 |

En la tabla 9, se observa la demanda proyectada en 5 años, desde el 2018 hasta 2022. Los datos están en función de cantidad de frascos y dosis producidos por año, donde cada frasco contiene 10 dosis de vacuna. La proyección de la demanda tiene una tendencia creciente, ya que cada año proyectado se va incrementando como se muestra en la gráfica 2.

Tabla 9
Proyección de demanda de la vacuna en 5 años

| Año | Frascos | Dosis |
|------|---------|-----------|
| 2018 | 399,672 | 3,996,720 |
| 2019 | 419,328 | 4,193,280 |
| 2020 | 438,984 | 4,389,840 |
| 2021 | 458,640 | 4,586,400 |
| 2022 | 478,296 | 4,782,960 |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

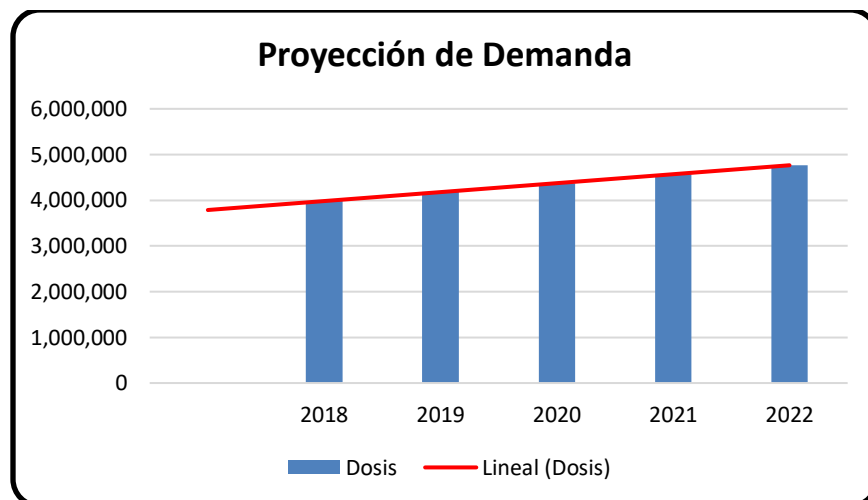


Gráfico 2. Proyección de demanda
Fuente: Elaboración propia, (2018)

4.5.9 Mercadería defectuosa

En este estudio se considera mercadería defectuosa, al producto final que presenta daños en el envase, daños en el casquillo de aluminio y que no cuente con el volumen correcto (10 ml por frasco). Se tiene que, de un total de 376,740 frascos de vacuna envasados el 11.12% son productos defectuosos, ver tabla 10. Este alto porcentaje de mercadería defectuosa, se debe a la imprecisión del trabajo manual con el cual se lleva a cabo el

proceso de envasado y sellado. La mercadería defectuosa es procesada nuevamente dependiendo del daño que presente.

Tabla 10
Porcentaje de frascos de vacuna defectuosos

| Lote | Cantidad envasada | Frascos defectuosos | % Frascos defectuosos |
|--------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1 | 16,380 | 1,638 | 10.00% |
| 2 | 16,380 | 1,775 | 10.84% |
| 3 | 16,380 | 1,911 | 11.67% |
| 4 | 16,380 | 1,720 | 10.50% |
| 5 | 16,380 | 1,884 | 11.50% |
| 6 | 16,380 | 2,048 | 12.50% |
| 7 | 16,380 | 1,966 | 12.00% |
| 8 | 16,380 | 1,747 | 10.67% |
| 9 | 16,380 | 1,720 | 10.50% |
| 10 | 16,380 | 1,856 | 11.33% |
| 11 | 16,380 | 1,693 | 10.34% |
| 12 | 16,380 | 1,938 | 11.83% |
| 13 | 16,380 | 1,911 | 11.67% |
| 14 | 16,380 | 2,020 | 12.33% |
| 15 | 16,380 | 1,884 | 11.50% |
| 16 | 16,380 | 1,802 | 11.00% |
| 17 | 16,380 | 1,693 | 10.34% |
| 18 | 16,380 | 1,638 | 10.00% |
| 19 | 16,380 | 1,665 | 10.16% |
| 20 | 16,380 | 1,775 | 10.84% |
| 21 | 16,380 | 1,856 | 11.33% |
| 22 | 16,380 | 1,911 | 11.67% |
| 23 | 16,380 | 1,829 | 11.17% |
| Total Anual | 376,740 | 41,880 | 11.12 % |

Elaboración propia, (2018)

4.5.10 Calidad del proceso de envasado y sellado

El porcentaje de calidad relaciona el producto final en buenas condiciones entre el total envasado. Para este estudio se tiene que, de un total de 376,740 frascos de vacuna envasados el 88.88% son productos en buenas condiciones, ver tabla 11, las cuales son aceptadas para continuar con el proceso de empacado y posteriormente entregadas al cliente final.

Se calcula el porcentaje de calidad de la siguiente manera:

$$\% \text{ Calidad} = \frac{\text{Unidades en buen estado}}{\text{Unidades envasadas}} \times 100\%$$

$$\text{Unidades en buen estado} = 334,860$$

$$\text{Unidades envasadas} = 376,740$$

$$\% \text{ Calidad} = \frac{334,860}{376,740} \times 100\%$$

$$\% \text{ Calidad} = 88.88\%$$

Tabla 11
Porcentaje de calidad del envasado y sellado

| Lote | Cantidad envasada | Frascos defectuosos | Frascos en buen estado | % Calidad |
|--------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|
| 1 | 16,380 | 1,638 | 14,742 | 90.00% |
| 2 | 16,380 | 1,775 | 14,605 | 89.16% |
| 3 | 16,380 | 1,911 | 14,469 | 88.33% |
| 4 | 16,380 | 1,720 | 14,660 | 89.50% |
| 5 | 16,380 | 1,884 | 14,496 | 88.50% |
| 6 | 16,380 | 2,048 | 14,332 | 87.50% |
| 7 | 16,380 | 1,966 | 14,414 | 88.00% |
| 8 | 16,380 | 1,747 | 14,633 | 89.33% |
| 9 | 16,380 | 1,720 | 14,660 | 89.50% |
| 10 | 16,380 | 1,856 | 14,524 | 88.67% |
| 11 | 16,380 | 1,693 | 14,687 | 89.66% |
| 12 | 16,380 | 1,938 | 14,442 | 88.17% |
| 13 | 16,380 | 1,911 | 14,469 | 88.33% |
| 14 | 16,380 | 2,020 | 14,360 | 87.67% |
| 15 | 16,380 | 1,884 | 14,496 | 88.50% |
| 16 | 16,380 | 1,802 | 14,578 | 89.00% |
| 17 | 16,380 | 1,693 | 14,687 | 89.66% |
| 18 | 16,380 | 1,638 | 14,742 | 90.00% |
| 19 | 16,380 | 1,665 | 14,715 | 89.84% |
| 20 | 16,380 | 1,775 | 14,605 | 89.16% |
| 21 | 16,380 | 1,856 | 14,524 | 88.67% |
| 22 | 16,380 | 1,911 | 14,469 | 88.33% |
| 23 | 16,380 | 1,829 | 14,551 | 88.83% |
| Total Anual | 376,740 | 41,880 | 334,860 | 88.88% |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

CAPÍTULO V

PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO DE ENVASADO Y SELLADO

En este trabajo se propone implementar un sistema automatizado de envasado y sellado de vacunas para mejorar la productividad del proceso de envasado y sellado de una empresa estatal. Ya que año tras año aumenta la demanda de vacuna antirrábica veterinaria y esto obliga a la empresa estatal a modernizar sus procesos, para así cubrir la demanda.

La propuesta se basa en la implementación de una maquina automatizada de envasado y sellado, la cual mejorará la productividad, reducirá los tiempos operativos y mejorará la calidad del producto final, en el proceso de envasado y sellado de vacunas. También reducirá el riesgo de contaminación cruzada, ya que disminuirá la cantidad de personal operativo que realiza el proceso.

La selección del sistema automatizado de envasado y sellado de vacunas, se realiza según los requerimientos y necesidades del proceso en estudio y del producto a envasar (vacuna antirrábica veterinaria), como la viscosidad del fluido, tamaño y forma de los materiales de envase (frascos, tapones y casquillos de aluminio).

La máquina automatizada de envasado y sellado propuesta, tiene una producción de 50 frascos por minuto y un nivel de precisión de 99.5%.

5.1 Sistema automatizado de envasado y sellado

Todas las especificaciones y características técnicas del sistema de envasado y sellado detalladas líneas abajo, fue proporcionado por la empresa mexicana “Equitek” en la cotización de los equipos, considerando los requerimientos y necesidades para este estudio, ver anexo 2.

5.1.1 Mesa de alimentación de envases cilíndricos

La mesa de alimentación de envases cilíndricos, es el equipo que proporciona de envases a la línea de envasado y sellado. Esta mesa de alimentación le da tiempo al operario a reabastecer la línea con envases sin detener la línea de producción. Este equipo se acopla al inicio del transportador de la envasadora. Según las necesidades de este estudio la mesa de alimentación presenta un diámetro de 90 cm, consta de desviadores ajustables para el manejo de envases. Y presenta velocidad variable (Equitek, 2017).

5.1.2 Equipo de llenado

Según Equitek (2017):

Consta de una envasadora automática volumétrica, para productos conductivos y no conductivos, líquidos que no generen espuma, sin sólidos, equipada con bomba centrífuga de velocidad variable, 2 flujómetros másicos y 4 boquillas tubulares de 4 mm de diámetro, para envasado alternado, transportador de 4 m de largo, velocidad variable, PLC y pantalla de control táctil.

Características técnicas del equipo

- Para productos líquidos de baja y mediana viscosidad, de poca generación de espuma, sin sólidos.
- Volumen de dosificado por ciclo por flujómetro (ml.): min:2, máx:1000.
- Equipo estará en gabinete cerrado preparado con campana para recibir aire a presión para formar flujo laminar dentro del gabinete.
- El gabinete de envasado y tapado tiene un largo aproximado de 1.60 m y un ancho de 1.50 m.
- El sistema de lavado será en forma rápida, debido a que solo habrá conexión de tanque a boquillas por medio de una manguera con su respectivo flujómetro. (p. 3)

5.1.3 Equipo de sellado

Según Equitek (2017):

Consta de un sistema de colocado de tapón de hule y casquillo de aluminio (precinto) por medio de la tecnología Pick and Place, que consiste en recoger un producto y colocarlo en otro lugar, con mordaza para engargolado de inyectables. Este equipo se colocará dentro del gabinete de envasado.

Características técnicas del equipo

- Juego de mordazas y trampas para sujetar envase para colocado de tapón y casquillo de aluminio.

- Pistón de sujeción de tapón y colocado en boca del envase por medio de Pick and Place.
- Pistón de sujeción de casquillo de aluminio y colocado en boca del envase por medio de Pick and Place.
- Mordaza de cierre para casquillo de aluminio. (p. 5)

5.1.4 Equipo orientador de tapones y casquillos

Según Equitek (2017):

Consta de un par de orientadores de tapones y casquillos por vibración, orientado por medio de tazón vibratorio de 16 plg de diámetro, sentido en contra de las manecillas del reloj, equipada con pedestal de montaje, incluye cuatro carrilleras con dos salidas para tapones de hule y dos salidas para casquillos.

Características técnicas del equipo

- Un tazón vibratorio para orientado de tapones de hule.
- Un par de carrilleras para dos tipos de tapones de hule.
- Un tazón vibratorio para orientado de casquillos de aluminio.
- Un par de carrilleras para dos tipos de casquillos de aluminio. (p. 7)

5.1.5 Mesa de acumulación de envases

Según Equitek (2017):

La mesa de acumulación de envases, está equipada con desviadores ajustables para el manejo de envases, consta de un diámetro de 90 cm y es de velocidad variable. Este equipo se puede acoplar al final del transportador del equipo de envasado y sellado. (p.9)

A continuación, se presentan algunas imágenes de los equipos del sistema automatizado de envasado y sellado



Figura 18. Mesa de alimentación de envases. Fuente: Equitek, (2018)



Figura 19. Equipo de envasado y sellado. Fuente: Equitek, (2018)



Figura 20. Equipo orientador de tapas. Fuente: InVIA 1912, (2017)

5.2 Diagrama de operaciones del proceso de envasado y sellado propuesto

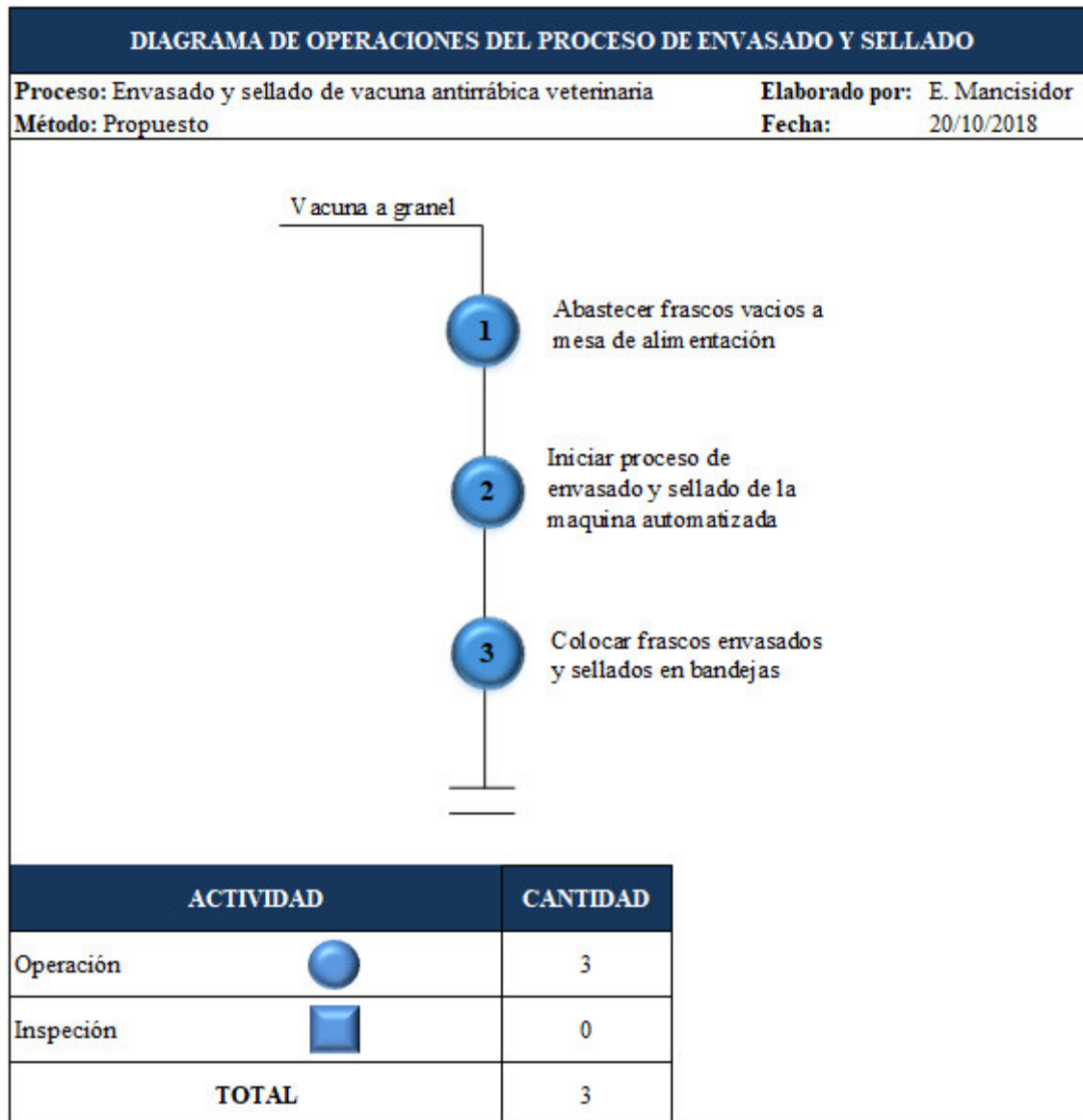


Figura 21. Diagrama de operaciones del proceso de envasado y sellado propuesto. Fuente: Elaboración propia, (2018)

5.3 Diagrama de actividades del proceso de envasado y sellado propuesto






| DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE ENVASADO Y SELLADO | | | | | (Operario/Material/Equipo) | | | | | | |
|--|---|------------|---------|---|---|--|---|---|-------------|----------|--|
| Diagrama N°: 1 | | Hoja: 1/1 | | RESUMEN | | | | | | | |
| Objetivo: Envasado y sellado de vacunas | | | | ACTIVIDAD | | ACTUAL | | PROPUESTA | | ECONOMÍA | |
| Actividad: Alistar materiales y herramientas, programar equipos, envasar, sellar | | | | Operación | | — | | 3 | | — | |
| | | | | Transporte | | — | | 2 | | — | |
| Método: Propuesto | | | | Espera | | — | | 1 | | — | |
| Lugar: Sala de envase | | | | Inspección | | — | | 0 | | — | |
| Operarios: 2 | | | | Almacenamiento | | — | | 0 | | — | |
| Compuesto por: | | Fecha: | | Tiempo | | — | | — | | — | |
| Evelin Mancisidor S. | | 20/10/2018 | | Distancia | | — | | — | | — | |
| N° | DESCRIPCIÓN | D (m) | T (min) | SIMBOLO | | | | | OBSERVACIÓN | | |
| | | | |  |  |  |  |  | | | |
| 1 | Transportar vacuna a granel al área de envasado | — | — | | | | | | | | |
| 2 | Transportar bandejas con frascos vacíos a la mesa de alimentación | — | — | | | | | | | | |
| 3 | Abastecer de frascos vacíos a la mesa de alimentación | — | — | | | | | | | | |
| 4 | Iniciar proceso de envasado y sellado de la maquina automatizada | — | — | | | | | | | | |
| 5 | Colocar frascos envasados y sellados en bandejas | — | — | | | | | | | | |
| 6 | Esperar transporte a sala de empaque | — | — | | | | | | | | |
| TOTAL | | — | — | 3 | 2 | 1 | — | — | | | |

Figura 22. Diagrama de actividades del proceso de envasado y sellado propuesto. Fuente: Elaboración propia, (2018)

5.4 Diagrama del proceso de envasado y sellado propuesto

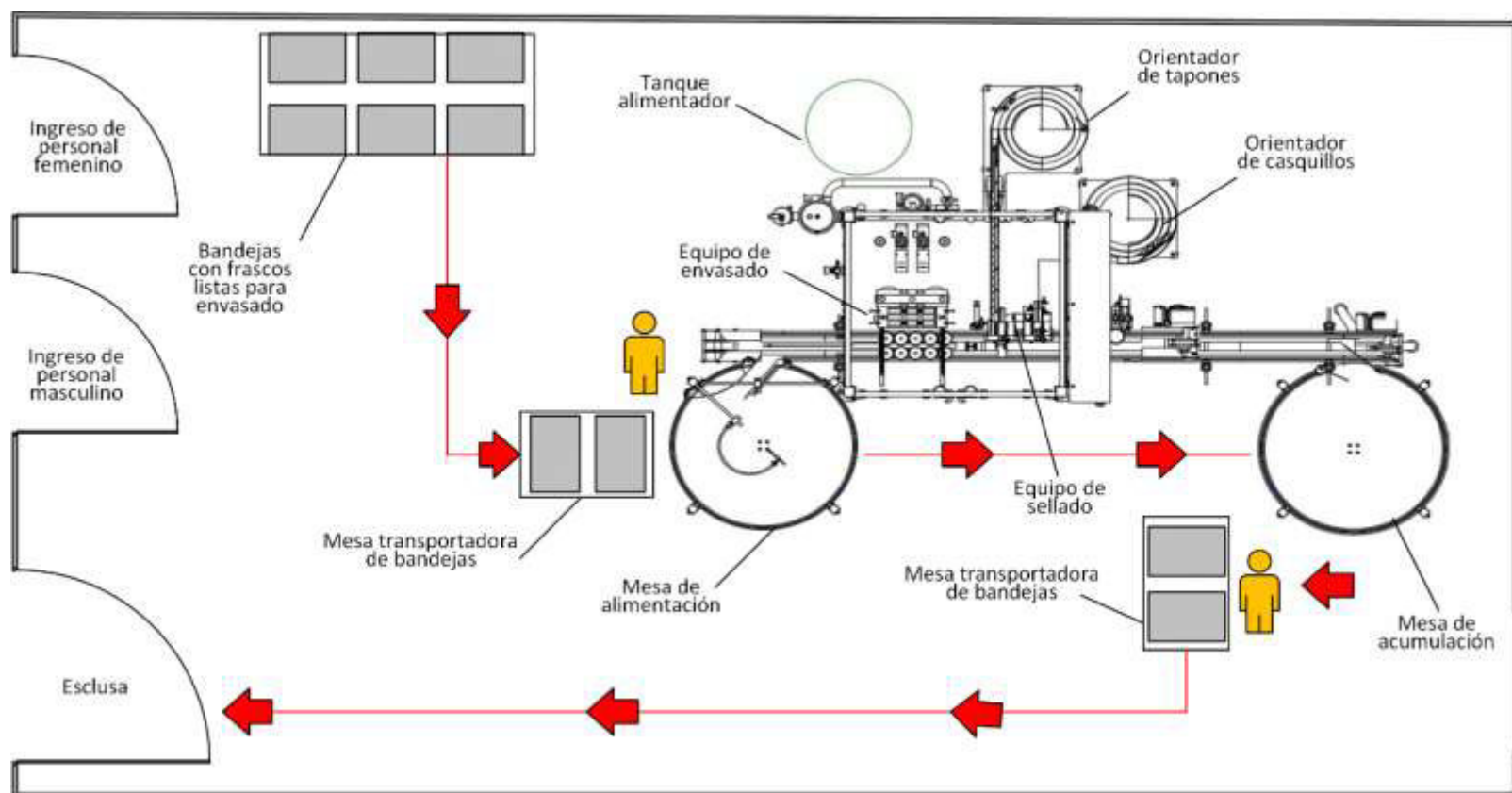


Figura 23. Diagrama de actividades del proceso de envasado y sellado propuesto. Fuente: Elaboración propia, (2018)

5.5 Análisis financiero

5.5.1 Costos del sistema automatizado de envasado y sellado propuesta

Para los cálculos se trabaja con un tipo de cambio aproximado de 3.39 soles por dólar.

Tabla 12
Cotización del equipo de envasado y sellado

| Descripción del equipo | \$ | S/. |
|---|------------------|-------------------|
| Mesa de alimentación de envases | 3,400.00 | 11,526.00 |
| Equipo de llenado | 49,800.00 | 168,822.00 |
| Equipo de sellado | 11,900.00 | 40,341.00 |
| Equipo orientador de tapones y casquillos | 26,400.00 | 89,496.00 |
| Mesa de acumulación de envases | 3,200.00 | 10,848.00 |
| Servicio de embarque | 4,000.00 | 13,560.00 |
| Inversión Total (\$) | 98,700.00 | 334,593.00 |

Fuente: Equitek, (2017)

5.5.2 Estado de resultado proyectado

Para los cálculos se considera depreciación del equipo de 10% anual y un costo de oportunidad de 15 % anual.

Tabla 13
Estado de resultados (proyectado en 5 años)

| Descripción | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ingreso por ventas | 6,098,994.72 | 6,398,945.28 | 6,698,895.84 | 6,998,846.40 | 7,298,796.96 |
| (-) Depreciación | 33,459.30 | 33,459.30 | 33,459.30 | 33,459.30 | 33,459.30 |
| (-) Costos operativos | 5,795,244.00 | 6,080,256.00 | 6,365,268.00 | 6,650,280.00 | 6,935,292.00 |
| Ganancia antes del Imp Renta | 270,291.42 | 285,229.98 | 300,168.54 | 315,107.10 | 330,045.66 |
| (-) Impuesto a la renta (30%) | 81,087.43 | 85,568.99 | 90,050.56 | 94,532.13 | 99,013.70 |
| Ganancia Neta | 189,203.99 | 199,660.99 | 210,117.98 | 220,574.97 | 231,031.96 |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

5.5.3 Flujo de caja proyectado

Tabla 14

Flujo de caja (proyectado en 5 años)

| Descripción | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 |
|--------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ingresos: | | | | | | | |
| Ingreso por ventas | | 6,098,994.72 | 6,398,945.28 | 6,698,895.84 | 6,998,846.40 | 7,298,796.96 | |
| Valor residual Act. Fijo | | | | | | | 167,296.50 |
| Total de Ingresos | | 6,098,994.72 | 6,398,945.28 | 6,698,895.84 | 6,998,846.40 | 7,298,796.96 | 167,296.50 |
| Egresos: | | | | | | | |
| Inversión total | 334,593.00 | | | | | | |
| Costos operativos | | 5,795,244.00 | 6,080,256.00 | 6,365,268.00 | 6,650,280.00 | 6,935,292.00 | |
| Impuesto a la renta | | 81,087.43 | 85,568.99 | 90,050.56 | 94,532.13 | 99,013.70 | |
| Total de Egresos | 334,593.00 | 5,876,331.43 | 6,165,824.99 | 6,455,318.56 | 6,744,812.13 | 7,034,305.70 | |
| Saldo Neto | -334,593.00 | 222,663.29 | 233,120.29 | 243,577.28 | 254,034.27 | 264,491.26 | 167,296.50 |
| Valor Presente (VP) | -334,593.00 | 193,620.25 | 176,272.43 | 160,156.02 | 145,244.92 | 131,498.90 | 72,326.89 |
| VP Acumulado | -334,593.00 | -140,972.75 | 35,299.68 | 195,455.70 | 340,700.62 | 472,199.52 | 544,526.41 |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

Del flujo de caja proyectado se obtiene lo siguiente:

- Costo: S./ 334,593.00
- Beneficio: S/. 879,119.41

Como se observa en la tabla 10, el valor presente neto (VPN) es positivo, lo que indica que la inversión en el proyecto es factible y rentable desde el punto de vista financiero, de esto se entiende que se recupera lo invertido y genera una ganancia.

Adicionalmente se observa en la tabla 15, que el periodo de recuperación de la inversión es al segundo año.

Tabla 15
Resumen del flujo de caja

| Resumen | |
|--|----------------|
| VPN | S/. 544,526.41 |
| TIR | 65.96% |
| B/C | 2.63 |
| Periodo de recuperación de la inversión | 2 años |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1 Comparación de resultados del proceso actual con el proceso propuesto

Se compara el proceso de envasado y sellado actual con el propuesto, proceso automatizado, en donde se obtienen los siguientes resultados:

1. La productividad del proceso de envasado y sellado actual, es de 26 frasco por minuto, mientras que con el proceso automatizado su productividad es de 50 frascos por minuto. Con el proceso automatizado se envasan y sellan 24 frascos más que con el proceso actual, que representa un aumento en la productividad del 92.31%, ver tabla 16.

Tabla 16
Productividad del proceso de envasado y sellado

| Indicador | Proceso actual | Proceso automatizado | Diferencia | % de aumento |
|------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------|
| Frascos/min | 26 | 50 | 24 | 92.31% |
| Frascos/día | 8,190 | 15,750 | 7,560 | 92.31% |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

2. El tiempo que demora en envasar y sellar un frasco de vacuna antirrábica veterinaria, en el proceso actual es de 0.0385 minutos por frasco, mientras que con el proceso automatizado el tiempo es de 0.0200 minuto por frasco. Con el proceso automatizado, el tiempo de envasado y sellado es 0.0185 minutos menos que el tiempo en el proceso actual. Lo que representa una reducción del tiempo de 48.05%, ver tabla 17.

Tabla 17

Tiempo de envasado y sellado

| Indicador | Proceso actual | Proceso automatizado | Diferencia | % de reducción |
|------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------|
| min/frasco | 0.0385 | 0.0200 | 0.0185 | 48.05% |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

- El porcentaje de calidad actual del proceso de envasado y sellado, es de 88.88%, mientras que con el proceso automatizado su porcentaje de calidad es de 99.50%, el cual representa el porcentaje de frascos envasados y sellados en buen estado, y que no tendrán que pasar por un reproceso, ver tabla 18. En la tabla 19 se muestra la cantidad anual de frascos envasados y sellados en buen estado del proceso actual y del proceso automatizado, siendo 334860 frascos en el proceso actual y 374856 frascos en el proceso automatizado.

Tabla 18

Porcentaje de calidad del envasado y sellado

| Indicador | Proceso actual | Proceso automatizado | Diferencia |
|------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------|
| % Calidad | 88.88% | 99.50% | 10.62% |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

Tabla 19

Cantidad de frascos envasados y sellados en buen estado

| Indicador | Proceso actual | Proceso automatizado | Diferencia |
|------------------------|----------------|----------------------|------------|
| Frascos en buen estado | 334,860 | 374,856 | 39,996 |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

4. El porcentaje de frascos defectuosos generados en el proceso actual de envasado y sellado, es de 11.12%, mientras que, para el proceso automatizado el porcentaje de defectuosos es de 0.5%, ver tabla 20, siendo un porcentaje mucho más bajo que en el proceso actual. Los frascos defectuosos volverán a pasar por el proceso de envasado y sellado. En la tabla 21 se muestra la cantidad anual de frascos defectuosos generados en el proceso de envasado y sellado, siendo 41,880 frascos defectuosos en el proceso actual y 1,884 frascos defectuosos en el proceso automatizado.

Tabla 20

Porcentaje de frascos defectuosos en el proceso de envasado y sellado

| Indicador | Proceso actual | Proceso automatizado |
|---------------|----------------|----------------------|
| % Defectuosos | 11.12% | 0.5% |

Nota. Fuente: Elaboración propia, (2018)

Tabla 21

Porcentaje de defectuoso del envasado y sellado

| Indicador | Proceso actual | Proceso automatizado |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Frascos defectuosos | 41,880 | 1,884 |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

5. La cantidad de operarios requeridos en el proceso actual de envasado y sellado es de cinco operarios, mientras que para el proceso automatizado será necesario dos operarios. Esto reduce un 60% la cantidad de operarios empleados en el proceso de envasado y sellado, ver tabla 22.

Tabla 22

Número de operarios

| Indicador | Proceso actual | Proceso automatizado | Diferencia | % de reducción |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------|
| Número de operarios | 5 | 2 | 3 | 60% |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

6.2 Contrastación de hipótesis

6.2.1 Hipótesis General

H₁: La implementación de un sistema automatizado de envasado y sellado mejora la productividad del proceso de envasado y sellado de vacunas en una empresa estatal de rubro farmacéutico.

H₀: La implementación de un sistema automatizado de envasado y sellado no mejora la productividad del proceso de envasado y sellado de vacunas en una empresa estatal de rubro farmacéutico.

Según la tabla 23, se demuestra la hipótesis general, ya que al implementar de un sistema automatizado de envasado y sellado la productividad del proceso de envasado y sellado de vacunas mejora en un 92.31%.

Tabla 23
Productividad del proceso de envasado y sellado

| Indicador | Proceso actual | Proceso automatizado | Diferencia | % de aumento |
|-------------|----------------|----------------------|------------|--------------|
| Frascos/min | 26 | 50 | 24 | 92.31% |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

6.2.2 Hipótesis Específica 1

H₁: El reemplazar operaciones manuales por automáticas en el proceso de envasado y sellado de vacunas, reduce tiempos operativos.

H₀: El reemplazar operaciones manuales por automáticas en el proceso de envasado y sellado de vacunas, no reduce tiempos operativos.

Según la tabla 17 anteriormente presentada, se demuestra la hipótesis específica 1, ya que, al reemplazar operaciones manuales por automáticas en el proceso de envasado y sellado de vacunas, el tiempo operativo se reduce en un 48.05%,

6.2.3 Hipótesis Específica 2

H₁: La automatización del proceso de envasado y sellado de vacunas mejora la calidad del producto final.

H₀: La automatización del proceso de envasado y sellado de vacunas no mejora la calidad del producto final.

Según la tabla 18 y la tabla 19 anteriormente presentadas, se demuestra la hipótesis específica 2, ya que la automatización de proceso de envasado y sellado de vacunas, mejora la calidad del producto final en un 10.62%. De esto se entiende que, la cantidad de frascos envasados y sellados en buen estado mejora en 39,996 frascos.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

1. La propuesta de implementación de un sistema automatizado de envasado y sellado de vacunas mejora la productividad en 92.31%, reduce los tiempos operativos en 48.05%, y mejora la calidad del producto final en 10.62%, del proceso de envasado y sellado de la vacuna antirrábica veterinaria.
2. La propuesta de automatización de envasado y sellado reduce el personal operativo en un 60%, los cuales pueden ser asignados a otras labores operativas.
3. Se reduce el riesgo de contaminación cruzada, ya que disminuye en 60% de la cantidad de personal operativo que realiza el proceso de envasado y sellado.
4. La propuesta de automatización del proceso de envasado y sellado es rentable desde el punto de vista financiero, con un periodo de recuperación de la inversión de dos años, ver tabla 15.
5. El sistema de automatización de envasado y sellado para la vacuna antirrábica veterinaria, puede adaptarse para trabajar con otros productos farmacéuticos con

diferentes características de envases, cambiando los cabezales de inyección y sellado.

7.2 Recomendaciones

1. Se debe realizar el estudio y análisis de cada uno de los procesos productivos que se desarrollan en la empresa, para mejorar la productividad y volverse competitivos en el mercado.
2. El sistema automatizado de envasado y sellado se puede convertir en un centro de envasado y sellado para diferentes productos farmacéuticos que se producen en la empresa.
3. Se debe ampliar el mercado, no solo quedarse en los clientes estatales, sino orientar los productos al sector privado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrera, F. y Barrera, L. (2015). Diseño y Fabricación de una Embotelladora / Tapadora para la producción de cerveza artesanal. Universidad Autónoma de Colombia. Colombia
Recuperado el 20 de setiembre de 2018 de:

<https://es.scribd.com/document/374833168/Tesis-Tapadora-Cerveza>

Castillo Rivas, O. (2005). Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de una industria manufacturera de ropa. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Recuperado el 25 de octubre de 2018 de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1454_IN.pdf

Cruz y Campoverde (2010). Diseño e implementación de una maquina flexible para envasado de líquidos. (Tesis para optar el título de Ingeniero en Electrónica). Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil. Recuperado el 15 de setiembre de 2018 de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2407/14/UPS-GT000134.pdf>

Esquer Romero, J. (2013). Determinación del Tiempo Estándar para la implementación de ayudas visuales en una empresa de Telefonía Celular. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas). Instituto Tecnológico de Sonora. México. Recuperado el 25 de octubre de 2018 de: http://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/647_esquer_jose.pdf

García Criollo, R. (2005). Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo [versión Adobe Digital Editions]. Recuperado el 9 de noviembre de 2018 de:

https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf

Gonzales, G., Vidal, C. A., Couce, L. C., Fraguera, J. A. y Rodríguez, J. D. (s.f.). Sistema de Automatización de una Planta Industrial de Elaboración y Embotellado de algunos Productos Líquidos. Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña, España. Recuperado el 16 de octubre de 2018 de:

https://www.researchgate.net/publication/283854209_Sistema_de_Automatizacion_de_u-na_Planta_Industrial_de_Elaboracion_y_Embotellado_de_algunos_Productos_Liquidos

Gordillo, C., Villota, J., Cifuentes, J., García, J. y Guerrero, M. (2016). Evaluación Del Sistema Automatizado para la Envasadora de Líquidos en la empresa Probionar. Colombia. Recuperado el 17 de setiembre de 2018 de:

http://www.academia.edu/30144317/EVALUACI%C3%93N_DEL_SISTEMA_AUTOMATIZADO_PARA_LA_ENVASADORA_DE_L%C3%8DQUIDOS_EN_LA_EMPRESA_PROBIONAR

Mejía, C. (2013). ¿Cómo medir la productividad? Documentos Planning, pp. 1-3. Recuperado el 22 de octubre de 2018 de:

http://www.planning.com.co/bd/valor_agregado/Febrero2013.pdf

Oficina Internacional del Trabajo. (1996). Introducción al Estudio de Trabajo. Recuperado el 27 de octubre de 2018 de:

<https://higieneyseguridadlaboralcvs.files.wordpress.com/2012/08/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>

Velásquez, J. (Julio, 2004). Cómo Justificar Proyectos de Automatización. Industrial Data: Revista de Investigación, 7(1), 7-11.

Palomino y Manrique (2015). Sistema de llenado automático de botellas con control de nivel utilizando procesamiento digital de imágenes. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico). Universidad Ricardo Palma. Lima.

Sani y Toapanta (2015). Diseño, construcción e implementación de una maquina envasadora y dosificadora de refrescos para la industria de lácteos Santillán “PRASOL”. (Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. Recuperado el 12 de agosto de 2018 de:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4501/1/15T00617.pdf>

Sladogna, M. (2017). Productividad, definiciones y perspectivas para la negociación colectiva. Recuperado el 17 de octubre de 2018 de:
<http://www.relatS.org/documentos/ORGSladogna2.pdf>

Velásquez, J. y Gonzales, J. (Julio, 2017). Prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico. Industrial Data: Revista de Investigación, 20(1), 125-130.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

En el anexo 1, se presenta la matriz de consistencia elaborada para el desarrollo de este trabajo.

| MATRIZ DE CONSISTENCIA | | | | |
|---|---|--|--|--|
| TÍTULO: “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE ENVASADO Y SELLADO DE VACUNAS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA ESTATAL DE RUBRO FARMACÉUTICO” | | | | |
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES E INDICADORES | METODOLOGÍA |
| <p>Problema General</p> <p>¿Cómo la implementación de un sistema automatizado de envasado y sellado puede mejorar la productividad del proceso de envasado y sellado de vacunas en una empresa estatal de rubro farmacéutico?</p> <p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Reemplazando operaciones manuales por automáticas en el proceso de envasado y sellado de vacunas, se reducirá tiempos operativos? • ¿Automatizando el proceso de envasado y sellado de vacunas, se mejorará la calidad del producto final? | <p>Objetivo General</p> <p>Mejorar la productividad del proceso de envasado y sellado de vacunas en una empresa estatal de rubro farmacéutico, implementando un sistema automatizado de envasado y sellado.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducir tiempos operativos en el proceso de envasado y sellado de vacunas, reemplazando operaciones manuales por automáticas. • Mejorar la calidad del producto final, automatizando el proceso de envasado y sellado de vacunas. | <p>Hipótesis General</p> <p>La implementación de un sistema automatizado de envasado y sellado mejora la productividad del proceso de envasado y sellado de vacunas en una empresa estatal de rubro farmacéutico.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El reemplazar operaciones manuales por automáticas en el proceso de envasado y sellado de vacunas, reduce tiempos operativos. • La automatización del proceso de envasado y sellado de vacunas mejora la calidad del producto final. | <p>Variable X = Variable Independiente: Propuesta de un sistema automatizado de envasado y sellado.</p> <p>Variable Y = Variable Dependiente: Mejorar la productividad del proceso de envasado y sellado de vacunas.</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Productividad. • Calidad. | <p>Tipo de la Investigación: Aplicada.</p> <p>Diseño de la Investigación: Experimental.</p> <p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de Métodos. • Estudio de Tiempos. |

Fuente: Elaboración propia, (2018)

Anexo 2: Cotización del sistema automatizado de envasado y sellado de vacunas, según la empresa mexicana Equitek.



EQUITEK, S.A. DE C.V. Tercera Avenida No. 974, Colonia Zimix
CP: 86350, Santa Catarina, Nuevo León, México Tel: +52 (81) 8390-0932
Fax: 8390-1291 www.equitek.com.mx / ventas@equitek.com.mx



| Cotización No. | Fecha |
|----------------|------------|
| 24199 | 12/10/2018 |

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PERU

COLONIA CP: 0
LIMA, LIMA, PERU

Atención:
JORGE CRUZ CARRASCO
GERENTE

Tel: +51 (1) 748-0000
Fax: +51 (1) 748-0000
Email: joralcruz31@gmail.com

En relación a su solicitud de precios, me permito presentarle para sus consideración la siguiente propuesta de equipos, que de acuerdo a sus comentarios, creemos que cumple ampliamente con sus expectativas.

CONTENIDO

SELECCION DE EQUIPO

| | |
|-------------------------------|------------------|
| <i>Accesorios Modelo</i> | <i>ME-90</i> |
| <i>Envasado Modelo</i> | <i>D-X-FDE</i> |
| <i>Tapado Modelo</i> | <i>OTB-X-FDE</i> |
| <i>Equipo Especial Modelo</i> | <i>S-X-FDE</i> |
| <i>Accesorios Modelo</i> | <i>MS-90</i> |

SELECCION DE MODULOS

SERV EMBARQUE

CONDICIONES COMERCIALES

Tiempo de Entrega
Condiciones de Pago
Condiciones de Entrega
Tipo de Empaque
Puesta en Operación y Capacitación
Notas Adicionales

COMPROMISO DE GARANTIA

Fuente: Equitek, (2018)



SELECCIÓN DE EQUIPOS

equitek

ACCESORIO para el proyecto de Vacuna Veterinaria, en presentación(es) de 10, 15 y 20 ml, con una capacidad de producción estimada de 55 a 50 envases por minuto respectivamente:

| Cant. | Modelo | Descripción | Precio Unitario |
|-------|--------|--|--------------------------|
| 1 | ME-90 | Mesa de alimentación de envases cilíndricos, serie M, equipada con desviadores ajustables para el manejo de envase, velocidad variable, de 90cm. de diámetro, para acoplarse a entrada de transportador. | \$3,400.00 (US Dolar) |

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO:

- Para manejo de envases cilíndricos.

CARACTERÍSTICAS DE ENVASES (mm.):

a) Diámetro: máx:110

b) Altura: máx:320

NOTA: El envase deberá contar con una base estable en relación a la altura de este.

-CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN:

a) Partes del equipo fabricados en acero inoxidable T304 pulido, aluminio anodizado y plásticos de ingeniería.

b) Altura de ras de suelo a ras de disco giratorio de 860mm +/- 19mm para nivelación.

c) Niveladores en patas con protectores de UHMW.

d) Todos los componentes eléctricos aprobados por CE. ó UL.

e) Construcción y diseño en conformidad a CE.

- Requerimiento de energía eléctrica: 220Volts, Monofásica, 180Watts, 50/60Hz, con tierra física.

NOTAS Y COMENTARIOS:

- Este equipo se acoplará al inicio del transportador de la envasadora.





equitek

SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para el proceso de ENVASADO de Vacuna Veterinaria, en presentación(es) de 10, 15 y 20 ml, con una capacidad de producción estimada de 55 a 50 envases por minuto respectivamente, ofrecemos el siguiente equipo:

| Cant. | Modelo | Descripción | Precio Unitario |
|-------|---------|---|---------------------------|
| 1 | D-X-FDE | Equipo de llenado fabricado de acuerdo a las características que a continuación se describen: | \$49,800.00 (US Dolar) |

NOTAS Y COMENTARIOS:

MODELO DFLMD-2/4-BTD-3/16

Envasadora automática volumétrica, serie DFLMD, para productos conductivos y no conductivos, líquidos que no generen espuma, sin sólidos, equipada con bomba centrífuga de velocidad variable, 2 flujómetros másticos y 4 boquillas tubulares de 4 mm de diámetro, para envasado alternado, transportador de 4 m de largo, velocidad variable, PLC y pantalla de control táctil.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO:

- Para productos líquidos de baja y mediana viscosidad, de poca generación de espuma, sin sólidos.
- Dosificado automático con precisión del 99.5%.
- Volumen de dosificado por ciclo por flujómetro (ml): min:2, máx:1000
- Equipo estará en gabinete cerrado preparado con campana para recibir aire a presión para formar flujo laminar dentro del gabinete (No incheve ductos, filtros o soplador de ningún tipo)
- El gabinete de envasado y tapado tiene un largo aproximado de 1.60 mts y un ancho de 1.50 mts.
- El sistema de lavado será en forma rápida, debido a que solo habrá conexión de tanque a boquillas por medio de una manguera con su respectivo flujómetro.

CARACTERÍSTICAS DE ENVASES (mm.):

- a) Diámetro: min:20, máx:110
- b) Altura: min:40, máx:250
- c) Diámetro int. de boca: min:10
- d) Distancia de boca a nivel producto: min:10

CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN:

- a) Gabinete cerrado fabricado en acero inoxidable T304 pulido. Puertas con sistema de guardas con interlock.
- b) Partes en contacto con el producto: Acero Inoxidable T-316L acabado sanitario, conexiones clamp para facilitar limpieza, mangueras sanitarias aprobadas por FDA, empaques de Vitón.
NOTA: Se pueden sustituir los elastómeros por materiales como EPDM, Vitón o Kalrez, es necesario que este cambio sea indicado en la cotización.
- c) Control por medio de PLC con interface H-M táctil, con capacidad de manejo de recetas de parámetros de operación.
- d) Transportador con cadena de tablilla de baja fricción, tiras de desgaste y barandales de UHMW.
- e) Niveladores en patas con protectores de UHMW.
- f) Todos los componentes eléctricos aprobados por CE. ó UL.
- g) Construcción y diseño en conformidad a CE.



page 3 de 13 / Cot. No.: 24199

Fuente: Equitek, (2018)

h) Sistema LOTO (equipo candadeable localmente)

i) Se colocaran protecciones de seguridad de policarbonato alrededor del sistema de envasado y tapado.

j) Tubería para conectar bomba al tanque de agitación del cliente. El cliente debe informar a Equitek dimensiones del tanque y ubicación del mismo.

k) El equipo cuenta con un Operation log, en donde se guardan los cambios realizados por los operadores en cuanto a valores de operación, con niveles de operación. Para sacar un reporte hay que conectar un USB o bien verlo a través de ethernet. Estos reportes son en formato de texto separados con comas o PDF.

l) Lista de reportes:

- Conteo de envases llenados
- Horas laborales
- N° de Lote
- N° de paros de emergencia

l) Requerimiento de energía eléctrica: 220 VAC Monofásica / 10 AMP / 1200 Watts / 60HZ con tierra física.

m) Requerimiento de energía neumática: 6.5kg/cm², 40L/min, libre de humedad.

NOTAS ADICIONALES:

- Se está considerando que los envases son de Plástico o Vidrio de forma cilíndrica, ovalada o base rectangular (estables). En caso de requerir nichos o pucks (porta envases) se cotizarán por separado.
- El producto debe de ser un fluido y homogéneo en su densidad.
- La capacidad de producción dependerá del tamaño de la boca del envase, ya que entre más amplia la boca, más fácil de dosificar y se verá disminuida a mayor viscosidad del producto, la forma del envase o en nivel de llenado.
- Se dejará preparada para colocar en un futuro dos boquillas con un flujometro para incrementar la capacidad de producción.
- Se entregaran certificados de calidad de proveedores de Acero Inoxidable, materiales eléctricos y neumáticos.
- Dentro del gabinete se instalará un sistema de colocado de tapón de hule modelo SDT-P&P
- Incluye 20 ms de manguera adicional y tres placas de policarbonato para aduana, tipo guillotina.





equitek

SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para el proceso de TAPADO de Vacuna Veterinaria, en presentación(es) de 10, 15 y 20 ml, con una capacidad de producción estimada de 55 a 50 envases por minuto respectivamente, ofrecemos el siguiente equipo:

| Cant. | Modelo | Descripción | Precio Unitario |
|-------|-----------|--|---------------------------|
| 1 | OTB-X-FDE | Equipo de colocado de tapa fabricado de acuerdo a las características que a continuación se describen: | \$11,900.00 (US Dolar) |

NOTAS Y COMENTARIOS:

MODELO SCTC-P&P

Sistema de colocado de tapón de hule y casquillo de aluminio por medio de pick and place, con mordaza para engargolado de inyectables.

* Este equipo está diseñado para trabajar un solo tamaño de tapa, si en el futuro se usara otra medida de tapa se deberán cotizar accesorios por separado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO:

- * Juego de mordazas y trampas para sujetar envase para colocado de tapón y casquillo de aluminio.
- * Pistón de sujeción de tapón y colocado en boca del envase por medio de Pick and Place.
- * Pistón de sujeción de casquillo de aluminio y colocado en boca del envase por medio de Pick and Place.
- * Mordaza de cierre para casquillo de aluminio.

CARACTERÍSTICAS DE TAPONES (mm.):

a) Diámetro: min: 15, máx: 40

b) Altura: min: 15, máx: 30

NOTA: Si el tapón tiene igual o mayor altura que su diámetro, consultar con el departamento de ingeniería para verificar aplicación.

SE ESTÁN CONSIDERANDO LAS MUESTRAS FÍSICAS TRAÍDAS DE SUS INSTALACIONES EL MES DE MARZO DE 2015

CARACTERÍSTICAS DE CASQUILLOS DE ALUMINIO (mm.):

a) Diámetro: min: 15, máx: 40

b) Altura: min: 15, máx: 30

NOTA: Si casquillo tiene igual o mayor altura que su diámetro, consultar con el departamento de ingeniería para verificar aplicación.

SE ESTÁN CONSIDERANDO LAS MUESTRAS FÍSICAS TRAÍDAS DE SUS INSTALACIONES EL MES DE MARZO DE 2015

CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN:

- a) Gabinete fabricado en acero inoxidable T304 pulido.
- b) Partes del equipo fabricados en acero inoxidable T304 pulido, aluminio anodizado y plásticos de ingeniería.
- c) Niveladores en patas con protectores de UHMW.
- d) Todos los componentes eléctricos aprobados por CE. ó UL.



page 5 de 13 / Cot. No.: 24199

Fuente: Equitek, (2018)

e) Construcción y diseño en conformidad a CE.

f) Requerimiento de energía eléctrica: 220 Volts, Monofásica, 500 Watts, 50/60 Hz, con tierra física.

g) Requerimiento de energía neumática: 6.5kg/cm², >100L/min, libre de humedad.

COMENTARIOS ADICIONALES:

- Se colocará dentro del gabinete de envasado.

- Incluye un Kit de refacciones básico.



page 6 de 13 / Cot. No.: 24199

Fuente: Equitek, (2018)



equitek

SELECCIÓN DE EQUIPOS

EQUIPO ESPECIAL para el proyecto de Vacuna Veterinaria, en presentación(es) de 10, 15 y 20 ml, con una capacidad de producción estimada de 55 a 50 envases por minuto respectivamente:

| Cant. | Modelo | Descripción | Precio Unitario |
|-------|---------|--|---------------------------|
| 1 | S-X-FDE | Equipo fabricado de acuerdo a las características que a continuación se describen: | \$26,400.00 (US Dolar) |

NOTAS Y COMENTARIOS:

MODELO OTV-16-CC

Par de Orientadoras de tapones y casquillos por vibración, serie OTV, orientado por medio de tazón vibratorio de 16 plg de diámetro, sentido en contra de las manecillas del reloj, equipada con pedestal de montaje, incluye cuatro carrilleras con salida dos para tapones de hule y dos para casquillos.

** Este equipo está diseñado para trabajar un solo tamaño de tapa, si en el futuro se usara otra medida de tapa se deberán cotizar accesorios por separado.*

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO:

- * Un tazón vibratorio para orientado de Tapones de Hule.*
- * Un par de carrilleras para dos tipos de tapones de hule.*
- * Un tazón vibratorio para orientado de Casquillos de Aluminio.*
- * Un par de carrilleras para dos tipos de casquillos de aluminio.*

CARACTERÍSTICAS DE TAPONES (mm.):

a) Diámetro: mín:15, máx:40

b) Altura: mín:15, máx:30

NOTA: Si el tapón tiene igual o mayor altura que su diámetro, consultar con el departamento de ingeniería para verificar aplicación.

SE ESTÁN CONSIDERANDO LAS MUESTRAS FÍSICAS TRAÍDAS DE SUS INSTALACIONES EL MES DE MARZO DE 2015

CARACTERÍSTICAS DE CASQUILLOS DE ALUMINIO (mm.):

a) Diámetro: mín:15, máx:40

b) Altura: mín:15, máx:30

NOTA: Si casquillo tiene igual o mayor altura que su diámetro, consultar con el departamento de ingeniería para verificar aplicación.

SE ESTÁN CONSIDERANDO LAS MUESTRAS FÍSICAS TRAÍDAS DE SUS INSTALACIONES EL MES DE MARZO DE 2015

CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN:

- a) Gabinete fabricado en acero inoxidable T304 pulido.*
- b) Partes del equipo fabricados en acero inoxidable T304 pulido, aluminio anodizado y plásticos de ingeniería.*
- c) Niveladores en patas con protectores de UHMW.*
- d) Todos los componentes eléctricos aprobados por CE. ó UL.*



page: 7 de 13 / Cot. No.: 24199

Fuente: Equitek, (2018)

e) Construcción y diseño en conformidad a CE.

f) Requerimiento de energía eléctrica: 220 Volts, Monofásica, 500 Watts, 50/60 Hz, con tierra física.



page 8 de 13 / Cot. No.: 24199

Fuente: Equitek, (2018)



equitek

SELECCIÓN DE EQUIPOS

ACCESORIO para el proyecto de Vacuna Veterinaria, en presentación(es) de 10, 15 y 20 ml, con una capacidad de producción estimada de 55 a 50 envases por minuto respectivamente:

| Cant. | Modelo | Descripción | Precio Unitario |
|-------|--------|--|--------------------------|
| 1 | MS-90 | Mesa de acumulación de envases, serie M, equipada con desviadores ajustables para el manejo de envases, velocidad variable, de 90cm. de diámetro, para acoplarse a final de transportador. | \$3,200.00 (US Dolar) |

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO:

- Para manejo de envases cilíndricos u ovalados.

CARACTERÍSTICAS DE ENVASES (mm.):

a) Diámetro: máx:110

b) Altura: máx:320

NOTA: El envase deberá contar con una base estable en relación a la altura de este.

- CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN:

a) Partes del equipo fabricados en acero inoxidable T304 pulido, aluminio anodizado y plásticos de ingeniería.

b) Altura de ras de suelo a ras de disco giratorio de 860mm +- 19mm para nivelación.

c) Niveladores en patas con protectores de UHMW.

d) Todos los componentes eléctricos aprobados por CE. ó UL.

e) Construcción y diseño en conformidad a CE.

- Requerimiento de energía eléctrica: 220Volts, Monofásica, 180Watts, 50/60Hz, con tierra física.

NOTAS Y COMENTARIOS:

- Este equipo se puede acoplar al final del transportador del equipo de envasado, tapado o etiquetado.





SELECCIÓN DE MODULOS

equitek

| Cant. | Modelo | Descripción | Precio Unitario |
|-------|---------------|--|--------------------------|
| 1 | SERV EMBARQUE | <p>Servicio de embarque de los equipos desde el domicilio de Equitek, S.A. de C.V., a las indicaciones que a continuación se detallan y con las siguientes consideraciones.</p> <p>NOTAS Y COMENTARIOS:</p> <p>-Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none">*Seguro de los equipos*Flete terrestre desde Equitek a Puerto de Origen en México*Flete marítimo Puerto Origen a Puerto Destino Callao, Perú*Despacho Aduanal de Exportación.*Maniobras de Carga <p>-No incluye:</p> <ul style="list-style-type: none">*Impuestos de Importación*Maniobras en Puerto Destino*Liberación, Revalidación, Detonconsolidación e Inspecciones (en el caso que se requiera). <p><i>Fracción Arancelaria: 842230</i></p> <p><i>El costo es aproximado y puede variar según temporada del año.</i></p> | \$4,000.00 (US Dólar) |



Fuente: Equitek, (2018)



-equitek

CONDICIONES COMERCIALES

TIEMPO DE ENTREGA:

El tiempo de fabricación de su equipo será de 16 a 18 Semanas aproximadamente, iniciando al cumplimiento de las condiciones comerciales y recepción de muestras para confirmar la ingeniería del equipo, en caso de ser requeridas.

| Total Cotización (USD) | |
|------------------------|--------------------|
| Equipo(s) | \$98,700.00 |
| Subtotal | \$98,700.00 |
| I.V.A. 0.00% | \$0.00 |
| TOTAL | \$98,700.00 |

CONDICIONES DE PAGO:

50% con la confirmación de su pedido y 50% a contra aviso de embarque del equipo. En caso de que el precio de esta cotización sea en Dólares USA, cada uno de los pagos podrán ser realizados en Pesos MN tomando el tipo de cambio del Diario Oficial de la Federación del día de pago.
Cotización válida por 30 días, siempre y cuando los indicadores económicos no sufran fluctuaciones importantes.

CONDICIONES DE ENTREGA:

El precio cotizado es ExWorks Incoterms-2018 (Entrega en Equitek en Santa Catarina, Nuevo León, México), incluimos las maniobras de carga en nuestra planta. Es responsabilidad del comprador el seguro de traslado, la transportación del equipo a su domicilio, así como su descarga. En caso de requerirlo le apoyaremos con la coordinación con una empresa de seguros y transporte.

TIPO DE EMPAQUE:

Los equipos serán empaquetados con un plástico encogible y montados sobre una tarima de madera con protecciones laterales y superiores (caja de madera); esta caja de madera contara con los requerimientos internacionales de tratamiento y fumigación para Exportación. Los equipos antes de embarcarse se desarmaran de la manera mas adecuada para facilitar su manejo en el empaquetado y traslado.

PUESTA EN OPERACION Y CAPACITACION:

Ofrecemos en forma gratuita la puesta en operación del equipo lo cual incluye: Instalación (ensamble y conexión a servicios, estos deberán de estar a pie de máquina y de acuerdo a las especificaciones técnicas solicitadas por Equitek, S.A. de C.V.), pruebas de funcionamiento, capacitación sobre la operación, limpieza y mantenimiento preventivo del equipo.

El Cliente es responsable del movimiento y acomodo de los equipos en sus instalaciones.

El Cliente es responsable del ensamble e interconexión de equipos de otra Marca con los equipos descritos en esta Cotización.

Este servicio será por un periodo máximo de 3 días laborales en sus instalaciones en una sola visita y para los equipos indicados en esta cotización.

Los viáticos por traslados, alojamiento y alimentos no están incluidos y deberán de ser pagados antes de ser realizado este servicio.

Si desea que nuestro técnico permanezca mas tiempo, por cada día adicional (parcial o completo) se realizara un cargo de \$350.00 Dólares USA, mas los gastos por viáticos generados.

Para que la GARANTÍA de funcionamiento sea aceptada, la instalación del equipo y puesta en funcionamiento deberá de ser realizada por Personal Técnico Certificado y Autorizado por Equitek, S.A. de C.V.



page 11 de 13 / Cot. No.: 24199

Fuente: Equitek, (2018)

NOTAS ADICIONALES:

- Equitek, S.A. de C.V. se reserva el derecho de realizar todos los cambios necesarios de ingeniería y de operación del equipo para lograr el resultado solicitado por el cliente.
- En caso de cancelación del pedido, total o parcial, este causará un cargo del 30% sobre el valor de la cotización. De existir un saldo a favor del cliente, este será devuelto 60 días posteriores a la aceptación de cancelación emitida por Equitek, S.A. de C.V., no aplica devolución de anticipos en pedidos, equipos y/o módulos especiales.
- Esta cotización se realizó en base a la información que nos proporcionaron, requerimos que nos envíen las muestras físicas, para confirmar que los equipos ofertados son los adecuados a sus requerimientos.
- Los transportadores de los equipos de envasado, tapado y/o etiquetado serán interconectados linealmente por medio de una placa de transferencia no motorizada, de manera que entre los mismos envases se empujaron para trasladarse de un transportador a otro, es importante considerar que la base de sus envases deben de tener la capacidad de estabilidad necesaria para este proceso.



Fuente: Equitek, (2018)



-equitek

COMPROMISO DE GARANTÍA

El equipo amparado en esta cotización, está garantizado por un periodo de 12 meses a partir de la fecha de entrega, contra cualquier defecto de fabricación, diseño o mano de obra. Garantizamos el buen funcionamiento del equipo en base a las muestras proporcionadas por el cliente; en caso de que no se hayan proporcionado muestras o que estas sean diferentes y se requieran realizar modificaciones al equipo, para que este funcione correctamente, el costo de estas correrán por cuenta del cliente.

Esta garantía cubre la mano de obra requerida para reparar la falla o problema, no incluye los viáticos, transportes o gastos asociados en los que se incurra, tampoco cubre piezas o componentes que por desgaste natural, falta de mantenimiento adecuado, negligencia, abuso o mal uso, por modificaciones hechas por otros sin el consentimiento por escrito de Equitek, S.A. de C.V. se hayan dañado u operen en forma incorrecta.

No cubre los daños causados a los componentes eléctricos o electrónicos causados por mala conexión, sobre voltajes o variaciones de energía eléctrica causados por fenómenos naturales, fallas en las instalaciones eléctricas del cliente o el proveedor de servicio eléctrico. No cubre los daños a componentes neumáticos causados por falta de mantenimiento, humedad excesiva o condensada, exceso de presión o suciedad en la línea de aire comprimido. Equitek, S.A. de C.V. se reserva el derecho de reparar o reponer, la o las partes en cuestión, según lo juzgue conveniente.

Equitek S.A. de C.V. no se hace responsable por cualquier pérdida económica o material sufrida por causas imputables a nuestros equipos.

Las capacidades de producción estipuladas en esta cotización son estimadas; pudiendo variar estas hasta un 15%. En caso de que se integren equipos de terceros al equipo fabricado por Equitek, la garantía de estos será respaldada por los fabricantes de los mismos.

Sin más por el momento, esperamos que esta propuesta sea de su agrado, y quedamos de ustedes en espera de sus amables comentarios al respecto y atentos para resolver cualquier duda o aclaración.

Atentamente,

CECILIA MARIA VELA MARTÍNEZ
VENTAS INTERNACIONAL

CCP: OFICINA INTERNACIONAL
GERENTE COMERCIAL
TEL.: +52 (81) 8390-0932

